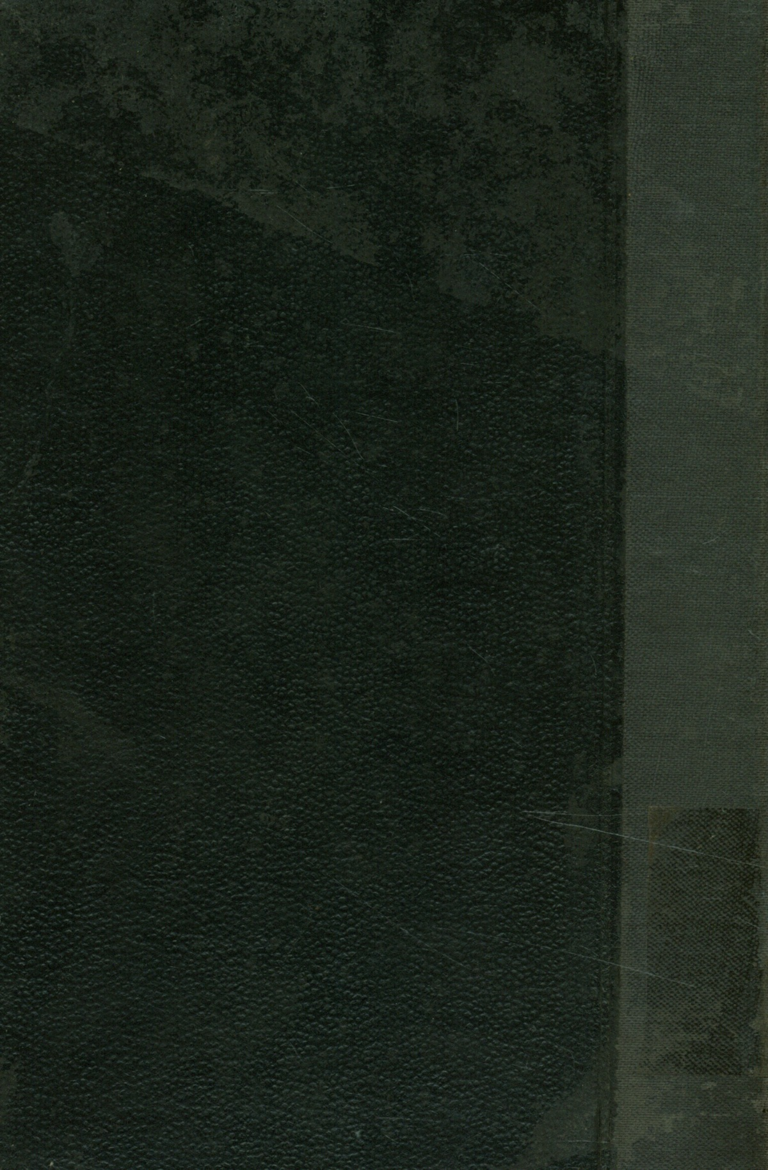
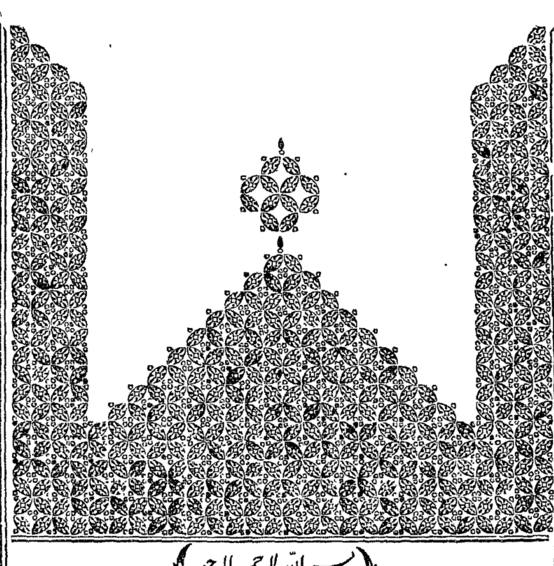


أحسن الوسائل لتصريف السوائل لحضرة
عامر أفندي سعد خوجة العلوم
الرياضية بالمدارس
الحربية



(بسم الله الرحمن الرحيم)

الحمد لله مسخر الوسائل الى تصريف السوائل رب الارباب ومسير السحاب الى المزارع والهضاب ان فى ذلك لعبرة لاولى الالباب وهداية عن ليل الخطا الى نهار الصواب والصلاة والسلام على سيدنا محمد المؤيد بالمعجزات المرسل رحمة لاهل الارضين والسموات وعلى آله وأصحابه وأنصاره وأحزابه ماسال سائل وسأل سائل (وبعد) فيقول المفتقر الى الواحد الفرد عامر أفندى سعد معلم العلوم الرياضيه بالمدارس الحربيه لما كان صاحب الالمعيه سعادة قاسم باشا ناظر عموم الجهاديه مولعا بتوسيع دائرة المعارف السنيه لاسيما الفنون الحربيه أمرنى بجمع ملخص فى قوانين تصريف السوائل من البحيرات والخلجان والجداول وما أشبهها من المجارى المائيه قاصرا على القوانين النظريه وما انضم اليها من نتائج التجاريب العمليه خاليا عن الادلة والبراهين العقليه مطبقا

عليها

عليها بأمثلة رقميه ليسهل بذلك كيفية استعمالها والوقوف على نفعها المزاولها فما كان الجواب الا الامتثال والمبادرة الى الجمع فى الحال وباتمامه وعرضه لديه ووقوفه على ما احتوى عليه استصوب رأى سعادته طبعه لنشر بفروع الجهادية والملكية نفعه وهو مع عموم فائدته والمزيه ألزم اضباط الجهاديه خدمة لمن تعطرت بثنائه الافواه وبلغ من كل وصف جميل منتهاه حسنة الليالى والايام سيد الولاة والحكام الراقى بهمه الى كل مقام معلى جناب الخديو اسمعيل بن ابراهيم بن محمد على متع الله الوجود بوجوده ولازال منهلا على رعاياه سحائب كرمه وجوده ولما تهيأ للتمام ولبس وشاح الختام سميته بأحسن الوسائل لتصريف السوائل وأنا أسأل الله الكريم أن ينفع به النفع العميم وقد آن أن أشرع فى المطلوب بعون علام الغيوب فأقول

(بند ١)

السرعة هى المسافة التى يقطعها العنصر المائى المتحرك فى مدة وحدة الزمن وهى الثانية فلو فرض ان العنصر المائى المتحرك قطع فى مدة ثانية زمانية مسافة قدرها متر واحد مثلا فيقال ان سرعته متر واحد واذا قطع العنصر المذكور مترا واحدا ونصفا فى مدة الثانية المذكورة فيقال ان سرعته متر واحد ونصف وهكذا

ويرمز للسرعة المذكورة عادة برمز ع وطرق تعيينها تختلف على حسب الاحوال على حسب كون الماء متحركا فى مجرى مكشوف قناة كان أو ترعة أو خليجا أو نهرا وعلى حسب كون الماء متحركا بواسطة خروجه من منفذ مصنوع فى حائط آنية كان أو حوضا وعلى حسب كون الماء متحركا فى انبوبة أى ماسورة وعلى حسب كون الماء منصبا من أعلى مصب وهكذا كما سيرى بعد فى محلاته

(بند ٢)

التصرف عموما فى مدة زمن معين هو عبارة عن كمية الماء المار من قطع المجرى

مدة الزمن المذكور ووحدته هى كمية الماء المار من القطع المذكور ومدة وحدة الزمن وحينئذ فتكون وحدة التصرف عبارة عن مجسم من الماء قاعدته القطع المذكور وطوله المسافة المقطوعة فى مدة وحدة الزمن وهى الثانية

اذا تقرر ماذكر ورمز برمز ت للتصرف فى مدة ثانية وبرمز ن لمساحة القطع المعتبر وبرمز ع للسرعة كما تقدم فيكون مقدار التصرف مدة الثانية هو

$$ت = ن \times ع \quad \cdots\cdots\cdots (١)$$

واذا علم من القانون المذكور المحتوى على الثلاث كميات ت و ن و ع اثنتان يعلم مقدار الثالثة

ولاجل حساب التصرف من القطع المعتبر فى مدة زمن معين رمزه ز يضرب مقدار التصرف مدة الثانية المبين بالقانون (١) فى عدد الثوانى الموجودة فى ز وبناء عليه اذا رمز بالرمز $\overset{\text{ت}}{_{١}}$ للتصرف المذكور فيكون

$$\overset{\text{ت}}{_{١}} = ت \times ز$$

ولو وضع بدلا عن ت مقدارها الموجود فى قانون (١) يصير

$$\overset{\text{ت}}{_{١}} = ن \times ع \times ز \quad \cdots\cdots\cdots (٢)$$

ولو أريد مثلا معرفة كمية الماء المتصرف من مجرى قطعه خمسة أمتار مربعة وسرعة المياه الجارية به ٠٫٦٠ متر فى مدة خمس ثوان تقول ان مقدار كمية المياه المتصرفة أى المارة من القطع المذكور مدة الخمس ثوان يكون

$$\overset{\text{ت}}{_{١}} = ٥ \times ٠٫٦٠ \text{ متر} \times ٥ = ١٥٫٠٠ \text{ مترا مكعبا}$$

تنبيه اذا وضع فوق العدد هذه العلامة ″ دل على انه ثوان زمانية واذا وضع فوقه هذه العلامة ′ دل على انه دقائق زمانية

والقانونان (١) و (٢) هما قانونا التصرف مهما اختلفت أحواله اذا تقرر ماذكر نبدأ أولا بالتصرف من المنافذ فنقول

(فى التصرف من المنافذ)

(بند ٣)

التصرف من المنافذ يمكن بيانه بحالتين

الاولى ان يكون سمك جدران المنافذ رقيقا جدا بالنسبة لابعاد المنفذ

والثانية أن يكون سمك الجدران أقل ما هنالك مثل أصغر ابعاد المنفذ مرة ونصفا وهذه الحالة تقع حين ما يكون المنفذ متصلا بوصل

وحيث ان التصرف يعلم بمقتضى قانون (١) متى علم القطع والسرعة وان القطع سهل التعين بالقواعد الهندسية لم يبق حينئذ للوصول الى معرفة التصرف سوى كيفية تعيين سرعة خروج الماء من المنفذ

(فى السرعة المتوسطة لجريان المياه فى منافذ الحالة الاولى)

(بند ٤)

ليكن ف رمز الارتفاع المياه فوق منتصف المنفذ و ع للسرعة المتوسطة لجريان المياه عند خروجها من المنفذ المذكور و ح للمسافة التى يقطعها الجسم الثقلى فى الثانية الاولى من سقوطه فى الفراغ وتسمى بسرعة التثاقل أو العجلة ومقدارها ليس ثابتا بل يختلف من محل الى محل آخر وانما يكون ثابتا فى المحلات المتحدة العرض أى المحلات التى توجد على دائرة واحدة موازية لخط الاستواء ومقدارها فى مصر ٩٫٧٩٢٩ متر فيكون حينئذ مقدار السرعة المتوسطة معينا بهذا القانون

$$ع = \sqrt{٢ ح ف} \quad \cdots\cdots \quad (٣)$$

والقانون الذى يؤخذ منه الارتفاع اللازم اعطاؤه للمياه فوق وسط المنفذ بحيث ينشأ عنه السرعة ع هو

$$ف = \frac{ع^{٢}}{٢ح} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (٤)$$

ولنمثل للسرعة بمثال فنقول ما هو مقدار السرعة المتوسطة لخروج الماء من منفذ مركز ثقله منخفض عن السطح الاعلى للماء بمقدار ١٫٥٠ متر

فالجواب ان $ع = \sqrt{٢ \times ٩٫٧٩ \times ١٫٥٠} = ٥٫٤١$ متر

وحيث ان ٢ح فى القانون (٣) كمية ثابتة فى المحل الواحد كما ذكر يكون

مقدار ع متعلقا بالكمية $\sqrt{\text{ف}}$ أى ان السرعة تكون مناسبة للجزر التربيعي للارتفاع وبناء عليه فكلما زاد الارتفاع ف زاد مقدار السرعة والعكس بالعكس ولهذا السبب يسمون ف بالارتفاع المنسوب للسرعة

(فى السرعة المتوسطة لجريان المياه فى منافذ الحالة الثانية)

(بند ٥)

السرعة فى هذه الحالة كالسرعة فى الحالة المتقدمة الا انه ينبغى ضربها فى ٠٫٨٢ وبناء عليه اذا كانت السرعة فى الحالة الاولى ع فيكون مقدارها فى الحالة الثانية ٠٫٨٢ ع فاذا رمزنا لتلك السرعة برمز عَ وللارتفاع المقابل لتلك السرعة برمز فَ فيكون

$$\text{عَ} = ٠٫٨٢\,\text{ع} = \sqrt{٢\,\text{ج}\,\text{فَ}} \quad \cdots (٦)$$

وحينئذ فمقدار الارتفاع الذي يرتفعه الماء فى مواسير الفساقى التى هى من هذا القبيل يكون

$$\text{فَ} = \frac{(٠٫٨٢)^٢ \times \text{ع}^٢}{٢\text{ج}} = \frac{٠٫٦٧\,\text{ع}^٢}{٢\text{ج}} = ٠٫٦٧\,\frac{\text{ع}^٢}{٢\text{ج}} = ٠٫٦٧\,\text{ف} \quad \cdots (٧)$$

(بند ٦)

ويمكن تصور المنافذ المستعملة على ثلاثة أنواع النوع الاول ان تكون المياه خارجة من المنفذ ومنصبة فى الهواء شكل (١)

الثانى ان تكون المياه خارجة من المنفذ ومنصبة فى مستودع آخر بحيث تكون النهاية العليا للمنفذ تحت السطحين العلويين لمياه المستودعين شكل (٢)

والثالث ان تكون المنافذ محدودة من أسفلها ومن جنبيها فقط وهى المسماة عنا فذ المصبات ولنتكلم الآن على النوعين الاولين ثم على النوع الثالث فيما بعد فنقول

(فى عامل التصرف عموما من حيث هو)

(بند ٧)

التصرف المستخرج بمقتضى القواعد العلمية يسمى بالتصرف النظري وهذا التصرف ليس مطابقا للواقع لان التصرف العملي أقل من التصرف النظري ولذلك يسمون التصرف العملي بالتصرف الحقيقي وذلك ناشئ من انه اذا كان المنفذ بعيدا من القاع وان سمك الجوانب قدر أصغر أبعاد المنفذ من مرة ونصف الى مرتين فالخيوط المائية تجتمع فيه من جميع جهات المستودع ويتكون منها اختناق في دائرة المنفذ وبناء عليه عرق الماء المنصرف يتناقص أي ينقبض بالابتداء من قطع المنفذ الى بعد صغير من القطع المذكور ثم يثبت في مسافة صغيرة وهذا الحادث يسمى بانضمام عرق السائل وقد يسلم ان الخيوط السائلة تتحرك في موضع الانضمام متوازية وبعد ذلك يرسم كل منها تقريبا نفس المنحنى المسمى بالمنحنى المكافئ الذى كان يرسمه لو كان منفردا بنفسه حالة انصبابه في الهواء وبناء على ذلك فالقطع اللازم دخوله في قانون التصرف يكون هو مقدار قطع العرق السائل في محل الانضمام الاعظم ولما كانت النظريات قاصرة عن تعيين سعة القطع المنضم متى علمت ابعاد المنفذ والارتفاع فالمنسوب للسرعة عينت النسبة الواقعة بين التصرف العملي والتصرف النظري ورمز لها برمز م وهي كمية أقل من الواحد مطلقا لانها ان ساوت الواحد كان التصرف النظري مساويا للتصرف العملي وهذا غير ممكن وقوعه كما تقرر وبناء على ذلك اذا ضرب مقدار التصرف النظري في الكمية م فما ينتج يكون هو مقدار التصرف العملي ومقدار م يسمى بعامل أو مكرر الاندماج ويتغير مقداره تبعا لجنس المنفذ ولتغير ارتفاعه وارتفاع المياه فوق سطحه الاعلى وقد اجتهد مهرة المهندسين في تعيين مقدار هذه النسبة التي سموها بعامل التصرف النظري وحصروا مقاديرها تبعا لاختلاف الاحوال في جداول سيذكر كل منها وحيث ان ارتفاع المياه فوق النهاية العليا للمنفذ حال التصرف أقل منه اذا كان الماء ساكنا وانه يحتاج في بعض الاحيان الى معرفة الارتفاع المذكور في الحالة الاولى لزم هنا وضع جدولين

لعوامل التصرف بالنسبة لقياس الارتفاع المذكور فى كل من الحالتين المذكورتين وسنذكرهما بعد

(فى التصرف النظرى من منافذ النوع الاول كما فى شكل (٣)

(بند ٨)

ليكن ٮ رمز العرض المنفذ و هـ لارتفاعه و ف لارتفاع الماء فوق وسط المنفذ و ت للتصرف مدة ثانية واحدة فيكون

$$ت = ٮ هـ \sqrt{٢ ج ف} \cdots\cdots (٨)$$

أو

$$ت = ω \sqrt{٢ ج ف} \cdots (٨)$$

اذا رمز لقطاع المنفذ برمز ω

(فى التصرف النظرى من منافذ النوع الثانى كما فى شكل (٢)

(بند ٩)

اذا جعل ف رمز الارتفاع المياه فى الحوض الاول فوق العتبة السفلى للمنفذ و فَ رمز الارتفاع المياه فى الحوض الثانى فوق العتبة المذكورة وباقى الرموز كما تقدم فى بند (٨) يكون

$$ت = ٮ هـ \sqrt{٢ ج (ف - فَ)} \cdots (٩)$$

أو

$$ت = ω \sqrt{٢ ج (ف - فَ)} \cdots (٩)$$

والقانونان المذكوران ينطبقان على جميع المنافذ مهما كان شكلها

(بند ١٠)

ولايجاد مقدار التصرف العملى فى كلتا الحالتين المذكورتين يضرب مقدار التصرف النظرى الناتج من القانونين المتقدمين فى مقدار م الموافق على حسب ما هو وارد فى الجداول الآتيين بالنسبة لارتفاع الماء فى كل منهما فيكون التصرف العملى فى الحالة الاولى هو

$$ت_١ = م ٮ هـ \sqrt{٢ ج ف} = م ω \sqrt{٢ ج ف} \cdots\cdots (١٠)$$

$$\text{وأَتَ} = \text{م س ه} \sqrt{\text{٢ج}(\text{ف} - \text{فَ})} = \text{م ق} \sqrt{\text{٢ج}(\text{ف} - \text{فَ})} \quad \ldots (١١)$$

وهاك الجدولين الموعود بذكرهما سابقا

* (الجدول الاوّل) *

الجدول الاول يحتوى على عوامل التصرف النظرى المرموز لها برمز م فى القوانين المتقدمة فى المنافذ المستطيلية الرأسية الرقيقة الجدران بفرض حصول الاختناق مع انصباب المياه فى الهواء فى حالة قياس ارتفاع المياه فوق النهاية العليا للمنفذ حال السكون

ارتفاع الماء فوق العتبة العليا للمنفذ	(عوامل التصرف النظرى لارتفاعات المنافذ)					
	عوامل التصرف اذا كان ارتفاع المنفذ ٢٠ر٠ متر	عوامل التصرف اذا كان ارتفاع المنفذ ١٠ر٠ متر	عوامل التصرف اذا كان ارتفاع المنفذ ٠٥ر٠ متر	عوامل التصرف اذا كان ارتفاع المنفذ ٠٣ر٠ متر	عوامل التصرف اذا كان ارتفاع المنفذ ٠٢ر٠ متر	عوامل التصرف اذا كان ارتفاع المنفذ ٠١ر٠ متر
٠٠٠ر٠	دد	دد	دد	دد	دد	دد
٠٠٥ر٠	دد	دد	دد	دد	دد	٧٠٥ر٠
٠١٠ر٠	دد	دد	٦٠٧ر٠	٦٣٠ر٠	٦٦٠ر٠	٧٠١ر٠
٠١٥ر٠	دد	٥٩٣ر٠	٦١٢ر٠	٦٣٢ر٠	٦٦٠ر٠	٦٩٧ر٠
٠٢٠ر٠	٥٧٢ر٠	٥٩٦ر٠	٦١٥ر٠	٦٣٤ر٠	٦٥٩ر٠	٦٩٤ر٠
٠٣٠ر٠	٥٧٨ر٠	٦٠٠ر٠	٦٢٠ر٠	٦٣٨ر٠	٦٥٩ر٠	٦٨٨ر٠
٠٤٠ر٠	٥٨٢ر٠	٦٠٣ر٠	٦٢٣ر٠	٦٤٠ر٠	٦٥٨ر٠	٦٨٣ر٠
٠٥٠ر٠	٥٨٥ر٠	٦٠٥ر٠	٦٢٥ر٠	٦٤٠ر٠	٦٥٨ر٠	٦٧٩ر٠
٠٦٠ر٠	٥٨٧ر٠	٦٠٧ر٠	٦٢٧ر٠	٦٤٠ر٠	٦٥٧ر٠	٦٧٦ر٠
٠٧٠ر٠	٥٨٨ر٠	٦٠٩ر٠	٦٢٨ر٠	٦٣٩ر٠	٦٥٦ر٠	٦٧٣ر٠
٠٨٠ر٠	٥٨٩ر٠	٦١٠ر٠	٦٢٩ر٠	٦٣٨ر٠	٦٥٦ر٠	٦٧٠ر٠
٠٩٠ر٠	٥٩١ر٠	٦١٠ر٠	٦٢٩ر٠	٦٣٧ر٠	٦٥٥ر٠	٦٦٨ر٠
١٠٠ر٠	٥٩٢ر٠	٦١١ر٠	٦٣٠ر٠	٦٣٧ر٠	٦٥٤ر٠	٦٦٦ر٠
١٢٠ر٠	٥٩٣ر٠	٦١٢ر٠	٦٣٠ر٠	٦٣٦ر٠	٦٥٣ر٠	٦٦٣ر٠
١٤٠ر٠	٥٩٥ر٠	٦١٣ر٠	٦٣٠ر٠	٦٣٥ر٠	٦٥١ر٠	٦٦٠ر٠
١٦٠ر٠	٥٩٦ر٠	٦١٤ر٠	٦٣١ر٠	٦٣٤ر٠	٦٥٠ر٠	٦٥٨ر٠
١٨٠ر٠	٥٩٧ر٠	٦١٥ر٠	٦٣٠ر٠	٦٣٤ر٠	٦٤٩ر٠	٦٥٧ر٠
٢٠٠ر٠	٥٩٨ر٠	٦١٥ر٠	٦٣٠ر٠	٦٣٣ر٠	٦٤٨ر٠	٦٥٥ر٠
٢٥٠ر٠	٥٩٩ر٠	٦١٦ر٠	٦٣٠ر٠	٦٣٢ر٠	٦٤٦ر٠	٦٥٣ر٠
٣٠٠ر٠	٦٠٠ر٠	٦١٦ر٠	٦٢٩ر٠	٦٣٢ر٠	٦٤٤ر٠	٦٥٠ر٠
٤٠٠ر٠	٦٠٢ر٠	٦١٧ر٠	٦٢٨ر٠	٦٣١ر٠	٦٤٢ر٠	٦٤٧ر٠

(تابع الجدول الاول)

(عوامل التصرف النظرى لارتفاعات المنافذ)

ارتفاع الماء فوق العتبة العليا للمنفذ	عوامل التصرف اذا كان ارتفاع المنفذ ٢٠ر٠ متر	عوامل التصرف اذا كان ارتفاع المنفذ ١٠ر٠ متر	عوامل التصرف اذا كان ارتفاع المنفذ ٠٥ر٠ متر	عوامل التصرف اذا كان ارتفاع المنفذ ٠٣ر٠ متر	عوامل التصرف اذا كان ارتفاع المنفذ ٠٢ر٠ متر	عوامل التصرف اذا كان ارتفاع المنفذ ٠١ر٠ متر
٥٠٠ر٠	٦٠٣ر٠	٦١٧ر٠	٦٢٨ر٠	٦٣٠ر٠	٦٤٠ر٠	٦٤٤ر٠
٦٠٠ر٠	٦٠٤ر٠	٦١٧ر٠	٦٢٧ر٠	٦٣٠ر٠	٦٣٨ر٠	٦٤٢ر٠
٧٠٠ر٠	٦٠٤ر٠	٦١٦ر٠	٦٢٧ر٠	٦٢٩ر٠	٦٣٧ر٠	٦٤٠ر٠
٨٠٠ر٠	٦٠٥ر٠	٦١٦ر٠	٦٢٧ر٠	٦٢٩ر٠	٦٣٦ر٠	٦٣٧ر٠
٩٠٠ر٠	٦٠٥ر٠	٦١٥ر٠	٦٢٦ر٠	٦٢٨ر٠	٦٣٤ر٠	٦٣٥ر٠
٠٠٠ر١	٦٠٥ر٠	٦١٥ر٠	٦٢٦ر٠	٦٢٨ر٠	٦٣٣ر٠	٦٣٢ر٠
١٠٠ر١	٦٠٤ر٠	٦١٤ر٠	٦٢٥ر٠	٦٢٧ر٠	٦٣١ر٠	٦٢٩ر٠
٢٠٠ر١	٦٠٤ر٠	٦١٤ر٠	٦٢٤ر٠	٦٢٦ر٠	٦٢٨ر٠	٦٢٦ر٠
٣٠٠ر١	٦٠٣ر٠	٦١٣ر٠	٦٢٢ر٠	٦٢٤ر٠	٦٢٥ر٠	٦٢٢ر٠
٤٠٠ر١	٦٠٣ر٠	٦١٢ر٠	٦٢١ر٠	٦٢٢ر٠	٦٢٢ر٠	٦١٨ر٠
٥٠٠ر١	٦٠٢ر٠	٦١١ر٠	٦٢٠ر٠	٦٢٠ر٠	٦١٩ر٠	٦١٥ر٠
٦٠٠ر١	٦٠٢ر٠	٦١١ر٠	٦١٨ر٠	٦١٨ر٠	٦١٧ر٠	٦١٣ر٠
٧٠٠ر١	٦٠٢ر٠	٦١٠ر٠	٦١٧ر٠	٦١٦ر٠	٦١٥ر٠	٦١٢ر٠
٨٠٠ر١	٦٠١ر٠	٦٠٥ر٠	٦١٥ر٠	٦١٥ر٠	٦١٤ر٠	٦١٢ر٠
٩٠٠ر١	٦٠١ر٠	٦٠٨ر٠	٦١٤ر٠	٦١٣ر٠	٦١٢ر٠	٦١١ر٠
٠٠٠ر٢	٦٠١ر٠	٦٠٧ر٠	٦١٣ر٠	٦١٢ر٠	٦١٢ر٠	٦١١ر٠
٠٠٠ر٣	٦٠١ر٠	٦٠٣ر٠	٦٠٦ر٠	٦٠٨ر٠	٦١٠ر٠	٦٠٩ر٠

(الجدول الثانى)

هذا الجدول يحتوى على عوامل التصرف النظرى للمنافذ الرأسية الرقيقة الجدران بفرض حصول الاختناق التام فى حالة انصباب المياه فى الهواء بفرض قياس ارتفاعات المياه فوق المنفذ وقت تحرك المياه أى وقت تصريفها

ارتفاع الماء فوق العتبة العليا للمنفذ	(عوامل التصرف النظرى بالنسبة لارتفاعات المنافذ) عوامل التصرف فاذا كان ارتفاع المنفذ ٢٠ر٠ متر	عوامل التصرف فاذا كان ارتفاع المنفذ ١٠ر٠ متر	عوامل التصرف فاذا كان ارتفاع المنفذ ٠٥ر٠ متر	عوامل التصرف فاذا كان ارتفاع المنفذ ٠٣ر٠ متر	عوامل التصرف فاذا كان ارتفاع المنفذ ٠٢ر٠ متر	عوامل التصرف فاذا كان ارتفاع المنفذ ٠١ر٠ متر
٠ر٠٠٠	٠ر٦١٩	٠ر٦٦٧	٠ر٦١٣	٠ر٧٦٦	٠ر٧٨٣	٠ر٧٩٥
٠ر٠٠٥	٠ر٥٩٧	٠ر٦٣٠	٠ر٦٦٨	٠ر٧٢٥	٠ر٧٥٠	٠ر٧٧٨
٠ر٠١٠	٠ر٥٩٥	٠ر٦١٨	٠ر٦٤٢	٠ر٦٨٧	٠ر٧٢٠	٠ر٧٦٢
٠ر٠١٥	٠ر٥٩٤	٠ر٦١٠	٠ر٦٣٩	٠ر٦٧٤	٠ر٧٠٧	٠ر٧٤٥
٠ر٠٢٠	٠ر٥٩٤	٠ر٦١٤	٠ر٦٣٨	٠ر٦٦٨	٠ر٦٩٧	٠ر٧٢٩
٠ر٠٣٠	٠ر٥٩٣	٠ر٦١٣	٠ر٦٣٧	٠ر٦٥٩	٠ر٦٨٥	٠ر٧٠٨
٠ر٠٤٠	٠ر٥٩٣	٠ر٦١٢	٠ر٦٣٦	٠ر٦٥٤	٠ر٦٧٨	٠ر٦٩٥
٠ر٠٥٠	٠ر٥٩٣	٠ر٦١٢	٠ر٦٣٦	٠ر٦٥١	٠ر٦٧٢	٠ر٦٨٦
٠ر٠٦٠	٠ر٥٩٤	٠ر٦١٣	٠ر٦٣٥	٠ر٦٤٧	٠ر٦٦٨	٠ر٦٨١
٠ر٠٧٠	٠ر٥٩٤	٠ر٦١٣	٠ر٦٣٥	٠ر٦٢٥	٠ر٦٦٥	٠ر٦٧٧
٠ر٠٨٠	٠ر٥٩٤	٠ر٦١٣	٠ر٦٣٥	٠ر٦٤٣	٠ر٦٦٢	٠ر٦٧٥
٠ر٠٩٠	٠ر٥٩٥	٠ر٦١٤	٠ر٦٣٤	٠ر٦٤١	٠ر٦٥٩	٠ر٦٧٢
٠ر١٠٠	٠ر٥٩٥	٠ر٦١٤	٠ر٦٣٤	٠ر٦٤٠	٠ر٦٥٧	٠ر٦٦٩
٠ر١٢٠	٠ر٥٩٦	٠ر٦١٤	٠ر٦٣٣	٠ر٦٣٧	٠ر٦٥٥	٠ر٦٦٥
٠ر١٤٠	٠ر٥٩٧	٠ر٦١٤	٠ر٦٣٢	٠ر٦٣٦	٠ر٦٥٣	٠ر٦٦١
٠ر١٦٠	٠ر٥٩٧	٠ر٦١٥	٠ر٦٣١	٠ر٦٣٥	٠ر٦٥١	٠ر٦٥٩
٠ر١٨٠	٠ر٥٩٨	٠ر٦١٥	٠ر٦٣١	٠ر٦٣٤	٠ر٦٥٠	٠ر٦٥٧
٠ر٢٠٠	٠ر٥٩٩	٠ر٦١٥	٠ر٦٣٠	٠ر٦٣٣	٠ر٦٤٩	٠ر٦٥٦
٠ر٢٥٠	٠ر٦٠٠	٠ر٦١٦	٠ر٦٣٠	٠ر٦٣٢	٠ر٦٤٦	٠ر٦٥٣
٠ر٣٠٠	٠ر٦٠١	٠ر٦١٦	٠ر٦٢٩	٠ر٦٣٢	٠ر٦٤٤	٠ر٦٥١
٠ر٤٠٠	٠ر٦٠٢	٠ر٦١٧	٠ر٦٢٩	٠ر٦٣١	٠ر٦٤٢	٠ر٦٤٧

(تابع الجدول الثانى)

عوامل التصرف النظرى بالنسبة لارتفاعات المنافذ

ارتفاع الماء فوق الفتحة العليا للمنفذ	عوامل التصرف فاذا كان ارتفاع المنفذ ٠ر٢٠ متر	عوامل التصرف فاذا كان ارتفاع المنفذ ٠ر١٠ متر	عوامل التصرف فاذا كان ارتفاع المنفذ ٠ر٠٥ متر	عوامل التصرف فاذا كان ارتفاع المنفذ ٠ر٠٣ متر	عوامل التصرف فاذا كان ارتفاع المنفذ ٠ر٠٢ متر	عوامل التصرف فاذا كان ارتفاع المنفذ ٠ر٠١ متر
٠ر٥٠٠	٠ر٦٠٣	٠ر٦١٧	٠ر٦٢٨	٠ر٦٣٠	٠ر٦٤٠	٠ر٦٤٥
٠ر٦٠٠	٠ر٦٠٤	٠ر٦١٧	٠ر٦٢٧	٠ر٦٣٠	٠ر٦٣٨	٠ر٦٤٣
٠ر٧٠٠	٠ر٦٠٤	٠ر٦١٦	٠ر٦٢٧	٠ر٦٢٩	٠ر٦٣٧	٠ر٦٤٠
٠ر٨٠٠	٠ر٦٠٥	٠ر٦١٦	٠ر٦٢٧	٠ر٦٢٩	٠ر٦٣٦	٠ر٦٣٧
٠ر٩٠٠	٠ر٦٠٥	٠ر٦١٥	٠ر٦٢٦	٠ر٦٢٨	٠ر٦٣٤	٠ر٦٣٥
١ر٠٠٠	٠ر٦٠٥	٠ر٦١٥	٠ر٦٢٦	٠ر٦٢٨	٠ر٦٣٣	٠ر٦٣٢
١ر١٠٠	٠ر٦٠٤	٠ر٦١٤	٠ر٦٢٥	٠ر٦٢٧	٠ر٦٣١	٠ر٦٢٩
١ر٢٠٠	٠ر٦٠٤	٠ر٦١٤	٠ر٦٢٤	٠ر٦٢٦	٠ر٦٢٨	٠ر٦٢٦
١ر٣٠٠	٠ر٦٠٣	٠ر٦١٣	٠ر٦٢٢	٠ر٦٢٤	٠ر٦٢٥	٠ر٦٢٢
١ر٤٠٠	٠ر٦٠٣	٠ر٦١٢	٠ر٦٢١	٠ر٦٢٢	٠ر٦٢٢	٠ر٦١٨
١ر٥٠٠	٠ر٦٠٢	٠ر٦١١	٠ر٦٢٠	٠ر٦٢٠	٠ر٦١٩	٠ر٦١٥
١ر٦٠٠	٠ر٦٠٢	٠ر٦١١	٠ر٦١٨	٠ر٦١٨	٠ر٦١٧	٠ر٦١٣
١ر٧٠٠	٠ر٦٠٢	٠ر٦١٠	٠ر٦١٧	٠ر٦١٦	٠ر٦١٥	٠ر٦١٢
١ر٨٠٠	٠ر٦٠١	٠ر٦٠٩	٠ر٦١٥	٠ر٦١٥	٠ر٦١٤	٠ر٦١٢
١ر٩٠٠	٠ر٦٠١	٠ر٦٠٨	٠ر٦١٤	٠ر٦١٣	٠ر٦١٣	٠ر٦١١
٢ر٠٠٠	٠ر٦٠١	٠ر٦٠٧	٠ر٦١٤	٠ر٦١٣	٠ر٦١٢	٠ر٦١١
٣ر٠٠٠	٠ر٦٠١	٠ر٦٠٣	٠ر٦٠٦	٠ر٦٠٨	٠ر٦١٠	٠ر٦٠٩

وهذان الجدولان مفيدان لتقدير التصرف العملى سواء كانت المنافذ تصب فى الهواء أو مغمورة بمياه حوض آخر وكيفية العمل بهما أن تدخل فى الجدول فى الصف الاول الرأسى جهة اليمين بمقدار ارتفاع الماء فوق العتبة العليا للمنفذ ثم تمر منه افقيا حتى تحاذى ارتفاع المنفذ المرقوم فى الصف الافقى الاعلى فما يوجد فى خانة التقاطع يكون هو العامل الذى اذا ضرب فيه التصرف النظرى يحدث التصرف العملى المطلوب

(مثال)

ماهو التصرف العملى من منفذ ارتفاعه ٠٫١٠ متر وعرضه ١٫٢٠ متر وارتفاع الماء فوق وسط المنفذ ١٫٣٠ متر بفرض انصباب الماء فى الهواء لذلك فنقول أولا ان السرعة الموافقة لارتفاع ١٫٣٠ متر فوق مركز المنفذ على مقتضى قانون (٣) هى ع = √(١٩٫٥٨ × ١٫٣٠ متر) = ٥٫٠٤ متر وثانيا ان مساحة المنفذ هى ى = ١٫٢٠ × ٠٫١٠ = ٠٫١٢ متر مربع وثالثا ان التصرف النظرى على مقتضى قانون (٨) يساوى ٠٫١٢ متر مربع × ٥٫٠٤ متر = ٠٫٦٠٥ متر مكعب

وحيث انه يعلم من الجدول الاول أن عامل التصرف م = ٠٫٦١٤ حالة ماتكون المياه ساكنة فعلى مقتضى قانون (١٠) يكون التصرف العملى ت١ = ٠٫٦١٤ × ٠٫٦٠٥ متر مكعب = ٠٫٣٧١ متر مكعب

(مثال آخر)

ماهو التصرف العملى فى الثانية الواحدة من منفذ مغمور ارتفاعه ٠٫١٠ متر وعرضه ٠٫٩٠ متر والسطح الاعلى لاستواء مياه الحوض الاول مرتفع عن استواء مياه الحوض الثانى بقدر ١٫٤٠ متر بفرض حصول الاختناق التام فيقال ان التصرف النظرى بمقتضى قانون (٩) هو ت = ٠٫٩٠ × ٠٫١٠ √(١٩٫٥٨ × ١٫٤٠) = ٠٫٠٩ متر مربع × ٥٫٢٣ متر أو ت = ٠٫٤٧٠٧ متر مكعب وحيث انه يعلم من الجدول الاول ان عامل التصرف النظرى حالة مايكون فرق التوازن مقيسا فوق المنفذ هو

م = ٠ر٦١٢ فبناء عليه يكون التصرف العملى ت/١ = ٠ر٦١٢ × ٠ر٤٧٠٧
مترمكعب = ٠ر٢٨٨١ مترمكعب

(تنبيه) اذا لم يوجد فى الجدول ارتفاع المنفذ ولا ارتفاع المياه فوقه فيلزم حصره بين عددين ويستخرج العامل بالتناسب ولنمثل لذلك فنقول اذا كان المطلوب تعيين التصرف العملى فى الثانية من منفذ ارتفاعه ٠ر١٨ متر وعرضه ٠ر٠٨ متر تحت ارتفاع من الماء قدره ١ر٥٠ متر مقيس فى المحل الذى يكون فيه الماء ساكنا بالابتداء من المركز بفرض حصول الاختناق التام

نقول من حيث ان مقدار السرعة الناشئة عن الارتفاع المذكور فوق المنفذ بمقتضى قانون (٣) هى ع = √(١٩ر٥٨ × ١ر٥٠ متر) = ٥ر٤١٩ متر
وان مساحة قطاع المنفذ هى ـه = ٠ر١٨ متر × ٠ر٠٨ متر = ٠ر١٤٤ مترمربع
وان مقدار التصرف النظرى بمقتضى ماتقدم هو ت = ٠ر١٤٤ مترمربع × ٥ر٤١٩ متر أو ت = ٠ر٠٧٨٠ مترمكعب

وان ارتفاع المنفذ المعلوم وان لم يكن موجودا فى الجدول محصور بين ٠ر١٠ متر و ٠ر٢٠ متر فيمكن استخراج عامل التصرف المطلوب من هذا التناسب
٠ر٢٠ — ٠ر١٠ : ٠ر٦١١ — ٠ر٦٠٢ :: ٠ر١٨ — ٠ر١٠ : س اى
٠ر١٠ : ٠ر٠٠٩ :: ٠ر٠٨ : س ومنها يحدث
س = (٠ر٠٠٩ × ٠ر٠٨) / ٠ر١٠ = ٠ر٠٠٠٧٢ / ٠ر١٠ = ٠ر٠٠٧٢
وحينئذ فالعامل المطلوب يكون ٠ر٦١١ — ٠ر٠٠٧٢ = ٠ر٦٠٣٨
فبناء على ذلك يكون مقدار التصرف العملى
ت/١ = ٠ر٦٠٣٨ × ٠ر٠٧٨٠ مترمكعب = ٠ر٠٤٧١ مترمكعب

(بند ١١)

واذا زاد ارتفاع المنفذ عن ٠ر٢٠ متر يؤخذ عامل التصرف المقابل لارتفاع ٠ر٢٠ فقط ويستعمل عاملا للتصرف المقابل للارتفاع المعلوم

هذا

هذا اذا كان الاختناق تاما واما اذا كان غير تام بان كان أحد جوانب المنفذ ممدودا على استقامة جنب المستودع بحيث ان الخيوط المائية تخرج موازية للجنب المذكور فان تأثير الاختناق يقل أو ينعدم بالكلية فى الجنب المذكور وبناء عليه فتأثير الاختناق المذكور لا يكون الا على الجوانب الثلاث الاخر ومثل ذلك يحصل فيما اذا كانت عتبة المنفذ فى امتداد قاع المجرى وذلك يمكن حصوله أيضا فى الجوانب الاخرى وفى هذه الحالة يمكن بعد التجاريب المجراة فى ذلك استنتاج قاعدة هى انه اذا رمز بحرف م لمكرر التصرف فى حالة ما يكون الاختناق تاما وبالحرف ن للجزء المعدوم فيه الاختناق من محيط المنفذ وبالحرف ح للمحيط الكلى للمنفذ المذكور وبالحرف مَ لمقدار مكرر التصرف فى الحالة الراهنة فيكون مقدار مَ فى المنافذ المستطيلة معينا بهذا القانون

$$مَ = م \left(١ + ٠٫١٥٢٣ \frac{ن}{ح}\right) \quad \cdots\cdots\cdots (١٢)$$

وفى المنافذ المستديرة يكون معينا بهذا القانون

$$م = م \left(١ + ٠٫١٢٧٩ \frac{ن}{ح}\right) \quad \cdots\cdots\cdots (١٣)$$

ولنمثل لذلك بمثالين

(المثال الاول)

ماهو التصرف العملى من منفذ ارتفاعه ٠٫١٥ متر وعرضه ١٫٢٠ متر تحت ارتفاع من الماء قدره ١٫٣٠ بالابتداء من مركزه بشرط ان يكون انصباب الماء فى الهواء وان عتبته فى امتداد قاع المستودع الجواب ان يقال

اذا كان الاختناق تاما فمكرر التصرف يكون بمقتضى جدول العوامل المتقدم

$$م = \frac{٠٫٦١٤ + ٠٫٦٠٤}{٢} = ٠٫٦٠٩$$

و $ن = ١٫٢٠$ متر و $ح = ٢(١٫٢٠ + ٠٫١٥) = ٢٫٧٠$ متر

و ق/ح = ١ر٢٠ / ٢ر٧٠ = ٠ر٤٤

و مَ = ٠ر٦٠٩ (١ + ٠ر١٥٢ × ٠ر٤٤) = ٠ر٦٥٠

وحيث ان التصرف النظرى

تَ = ٠ر١٥ × ١ر٢٠ √(١٩ر٥٨ × ١ر٣٠) = ٠ر٩٠٧ متر مكعب

فيكون التصرف العملى

تَ١ = ٠ر٦٥٠ × ٠ر٩٠٧ متر مكعب = ٠ر٥٨٩ متر مكعب

(المثال الثانى)

اذا انعدمت مقاومة الاختناق فى القاع وفى الجنبين الرأسيين فى المثال المتقدم يكون ق = ١ر٢٠ + ٢ × ٠ر١٥ = ١ر٥٠ و ح = ٢ر٧٠ و ق/ح = ٠ر٥٥ و مَ = ٠ر٦٠٩ (١ + ٠ر١٥٢ × ٠ر٥٥) = ٠ر٦٦٠

وبناء عليه فالتصرف العملى يكون

تَ١ = ٠ر٦٦٠ × ٠ر٩٠٧ متر مكعب = ٠ر٥٩٩ متر مكعب

(بند ١٢)

واذا كان المنفذ ممتدا فى داخل المستودع بماسورة قصيرة بحيث لا يمكن جعلها من ضمن الحالة الثانية من جريان المياه فان عامل التصرف بمقتضى التجاريب يكون م = ٠ر٥٠

ولهذا يحصل تأثير عظيم فى تنقيص التصرف فى الآلات المائية والفساقى

(تأثير عرض المنافذ التى تكون تحت الماء فى التصرف)

(بند ١٣)

يمكن قبول المقادير المقررة فى الجدول الآتى لمنفذ عرضه ١ر٥٠ متر وارتفاع الماء فوقه محصور بين ٠ر٠٥ متر و ٠ر٢٠ متر بشرط أن يكون الاختناق تاما وهاك الجدول المذكور

ارتفاع المنافذ	٠٥ر٠ متر	٠٦ر٠ متر	٠٧ر٠ متر	٠٨ر٠ متر	٠٩ر٠ متر	١٠ر٠ متر	١٢ر٠ متر	١٤ر٠ متر	١٦ر٠ متر	١٨ر٠ متر	٢٠ر٠ متر
مقدار العامل	٧٢٨ر٠	٧٠٨ر٠	٦٩٥ر٠	٦٨٧ر٠	٦٨٢ر٠	٦٧٩ر٠	٦٧٥ر٠	٦٧٥ر٠	٦٧٥ر٠	٦٧٥ر٠	٦٧٥ر٠

(بوابات الهويسات)

(بند ١٤)

العادة فى بوابات الهويسات ان يكون لها عتبة بالقرب جدا من القاع وفى مثل هـذه الحالة لاجل حساب التصرف العملى يضرب التصرف النظرى فى المكبر ٦٢٥ر٠ وبذلك يمكن تطبيقها على المنافذ المغمورة فمثلا اذا كان المطلوب تعيين التصرف العملى فى مدة ثانية من بوابة هويس معدة لسد منفذ عرضه ٧٠ر٠ متر وارتفاعه ٥٠ر٠ متر بشرط ان يكون الانصباب فى الهواء تحت ضغط من الماء ارتفاعه عن العتبة ٥٠ر٢ متر يقال

ان التصرف النظرى المحسوب بمقتضى قانون (٨) يكون

ت = ٥٠ر٠ × ٧٠ر٠ $\sqrt{}$ ‎٥٨ر١٩ × ٥ر٢ = ٤٤٦ر٢ متر مكعب

فبناء على ما تقدم يكون التصرف العملى

ت١ = ٤٤٦ر٢ متر مكعب × ٦٢٥ر٠ = ٥٢٨ر١ متر مكعب

(تقارب المنافذ)

(بند ١٥)

قد ثبت بواسطة التجاريب الدقيقة انه لا يتغير عامل التصرف مهما تقاربت المنافذ من بعضها وبناء عليه يمكن استعمال عامل التصرف لمنفذ واحد عاملا لجملة منافذ متقاربة بدون حصول ادنى خلل

(المنافذ المتبوعة بمجارى)

(بند ١٦)

المنافذ عادة تكون متصلة بمجارى أو قنوات او ترع منحدرة قليلا كان أو كثيرا وعلى مقتضى التجاريب التى أجراها مشاهير المهندسين يظهر ان وجود هذه المجارى لا يؤثر تأثيرا بينا فى التصرف ما دام ارتفاع المياه فوق المركز لا ينقص عن ٥٠ر٠ مترا الى ٦٠ر٠ متر فى المنافذ التى ارتفاعها من ٢٠ر٠ متر الى ١٥ر٠ متر ولا عن ٣٠ر٠ مترا الى ٤٠ر٠ متر فى المنافذ التى ارتفاعها ١٠ر٠ متر ولا عن ٢٠ر٠ متر فى المنافذ التى ارتفاعها ٠٥ر٠ مترا فأقل من ذلك

وفى النادر يكون ارتفاع الماء فوق وسط المنفذ أقل من الحدود التى ذكرت غير انه اذا أمكن حصول ذلك فى بعض الاحيان فقد وضع له الجدول الآتى الذى يحتوى على مقادير عوامل التصرف فى الاوضاع المبينة فى الاشكال المبينه بالحروف ا و ب و ح و ء و هـ و ف وهذا هو الجدول

ارتفاع المنفذ	ارتفاع الماء فوق المنفذ	ارتفاع الماء فوق وسط المنفذ	(عوامل التصرف فى الاوضاع) ا	ب	ح	د	ه	ف
٠ر٢٠	٠ر٣٠	٠ر٤٠	٠ر٥٩١	٠ر٥٨٠	٠ر٥٨٢	٠ر٥٧٧	٠ر٦٠٣	٠ر٥٩٧
	٠ر١٤	٠ر٢٤	٠ر٥٥٩	٠ر٥٥٣	٠ر٥٥٠	٠ر٥٤٨	٠ر٥٧٦	٠ر٥٧٣
	٠ر٠٢	٠ر١٢	٠ر٤٨٣	٠ر٤٨٢	٠ر٤٨٤	٠ر٤٨٥	٠ر٤٨٤	٠ر٤٨٣
٠ر١٠	٠ر١١	٠ر١٦	٠ر٥٩٠	٠ر٥٨٠	٠ر٥٨٣	٠ر٥٨٥	٠ر٦٠٦	٠ر٦٠٤
	٠ر٠٦	٠ر١١	٠ر٥٦٣	٠ر٥٦٠	٠ر٥٦١	٠ر٥٦٢	٠ر٥٦٦	٠ر٥٦٤
	٠ر٠٤	٠ر٠٩	٠ر٥٢٣	٠ر٥٢٢	٠ر٥٢٢	٠ر٥١٧	٠ر٥١٠	٠ر٥١٠
	٠ر٠١	٠ر٠٦	٠ر٤٦٤	٠ر٤٦٣	٠ر٤٦٢	٠ر٤٦٢	٠ر٤٦٠	٠ر٤٦٠
٠ر٠٥	٠ر١٧٥	٠ر٢٠	٠ر٦٣١	٠ر٦١٥	٠ر٦١٨	٠ر٦٢٢	٠ر٦٣٦	٠ر٦٣٨
	٠ر٠٨٥	٠ر١١	٠ر٦١٤	٠ر٥٩٧	٠ر٥٩٨	٠ر٦٠١	٠ر٦١٠	٠ر٥٠١
	٠ر٠٢٥	٠ر٠٥	٠ر٤٩٥	٠ر٤٩٣	٠ر٤٨٦	٠ر٤٩٠	٠ر٤٦٢	دد
	٠ر٠١٥	٠ر٠٤	٠ر٤٥٢	٠ر٤٤٣	٠ر٤٤٢	٠ر٤٤٢	٠ر٤٦٧	دد
٠ر٠٣	٠ر١٨٥	٠ر٢٠	٠ر٦٣٢	٠ر٦٣١	٠ر٦٣٢	٠ر٦٣٥	٠ر٦٥٠	٠ر٦٥١
	٠ر٠٤٥	٠ر٠٦	٠ر٦٣٧	٠ر٦٠٥	٠ر٦٠٢	٠ر٦٠٧	٠ر٥٧٢	٠ر٥٩٤

وبواسطة المقادير المقررة فى الجدول المذكور لعوامل التصرف فى حالة ما تكون ارتفاعات المياه الضاغطة صغيرة يسهل حساب التصرف العملى للمنافذ التى تكون أوضاعها مشابهة لاحد الاوضاع السابقة وحينئذ تنتج قاعدة هى انه لاجل حساب التصرف العملى يضرب التصرف النظرى المحسوب بقانونى (٨) أو(٩) على حسب الاحوال فى عامل التصرف النظرى المقابل لوضع المنفذ وارتفاع المياه الضاغطة فوق مركزه ومقدار فتحته ان كانت الابعاد موجودة فى الجدول وان كانت تلك الابعاد غير موجودة فى الجدول يؤخذ الوسط المتناسب العددى بين المقادير المقابلة لمعالم الجدول الحاصرة للمقادير المعلومة فالناتج يكون هو العامل المطلوب أن يضرب فيه التصرف النظرى

(مثال الوضع ١)

ماهو التصرف العملى مدة ثانية من منفذ عرضه ٠٫٦٥ متر وارتفاعه ٠٫٢٠ متر تحت ارتفاع ماء فوق مركزه قدره ٠٫٢٤ متر فى حالة ما يكون موضوعا بوضع (ا) فالجواب ان يقال من حيث ان التصرف النظرى بمقتضى قانون (٨) هو

$$ت = ٠٫٦٥ \times ٠٫٢٠ \sqrt{١٩٫٥٨ \times ٠٫٢٤} = ٠٫٢٨١$$ متر مكعب

وان عامل التصرف بمقتضى الجدول السابق هو ٠٫٥٥٩

فيكون التصرف العملى

$$ت_{ا} = ٠٫٥٥٩ \times ٠٫٢٨١$$ متر مكعب = ٠٫١٥٧ متر مكعب

(مثال الوضع ب)

ماهو التصرف العملى مدة ثانية من منفذ عرضه ٠٫٨٠ متر وارتفاعه ٠٫١٠ متر تحت ارتفاع من الماء قدره ٠٫٠٩ فوق مركزه فى حالة ما يكون المنفذ بوضع (ب) فالجواب أن يقال من حيث ان التصرف النظرى

$$ت = ٠٫٨٠ \times ٠٫١٠ \sqrt{١٩٫٥٨ \times ٠٫٠٩} = ٠٫١٠٦$$ متر مكعب

وان عامل التصرف فى هذه الحالة م = ٠٫٥٢٢

فبناء عليه يكون التصرف العملى

$$ت_{ا} = ٠٫٥٢٢ \times ٠٫١٠٦ = ٠٫٠٥٥٤$$ متر مكعب

وقس على ذلك امثلة بقية الاوضاع

(المنافذ المتصلة بوصل هرمى الشكل)

(بند ١٧)

قد يوجد احيانا منافذ متصلة بوصل هرمى الشكل فالتصرف العملى منها فى حالة ما اذا كان موجودا بداخلها برواز من خشب أو من حديد يكون مبينا بهذا القانون

$$ت_{ا} = ٠٫٨٦٤ \times ب \times هـ \sqrt{٢ج \times ف} \quad ...... (١٤)$$

الذى فيه ب رمز للعرض الافقى للبرواز و هـ رمز لارتفاعه و ف رمز لارتفاع الماء فوق مركزه أى فوق مركز البرواز

واذا لم يوجد للموصل برواز بداخله فقانون التصرف العملى من هذا الموصل يكون

ت/أ = ٠ر٩٦٤ × ب × هـ √٢ ء ف .... (١٥)

(بند ١٨)

قد توجد طارات مائية متساقطة عليها المجارى واصلة من منافذ وتلك المجارى وضعها مائل على الافق واحد جنبيها القائم يكون عمودا على مستوى المنفذ والآخر يكون مائلا على الاول بحيث تنتهى فى اخر طولها الذى مقداره خمسة أمثال عرض المنفذ بعرض أفقى يكون ربع أو خمس عرض المنفذ ومثل هذه المجارى يحدث فى مبدئها ارتفاع للمياه والارتفاع المذكور يزيد كلما ازداد رفع البوابة السادة للمنفذ ويحسب التصرف العملى من تلك المجارى بهذا القانون

ت/أ = م ب هـ √٢ ء ف .... (١٦)

وفيه ب و هـ رمزان لعرض وارتفاع المنفذ و ف رمز لارتفاع الماء فوق وسط المنفذ و م رمز لعامل التصرف ومقداره يؤخذ من هذا الجدول بعد معرفة النسبة الكائنة بين ارتفاع المنفذ وعرضه

مقدار النسبة هـ/ب	٠ر١٠	٠ر١٥	٠ر٢٠	٠ر٢٥	٠ر٣٠	٠ر٣٥	٠ر٤٠	٠ر٤٥
مقدار العامل م	٠ر٧٤٠	٠ر٧٠٠	٠ر٦٦٠	٠ر٦٣٠	٠ر٥٩٠	٠ر٥٥٠	٠ر٥٢٠	٠ر٤٨٠

(مثال ذلك) ماهو التصرف العملى مدة ثانية من منفذ عرضه ب = ٠ر٦٧ متر وارتفاعه هـ = ٠ر١٦٧٥ متر و ف = ٢ر٠٩ متر متصل بمجرى مائل مثل ما تقدم فلمعرفة ذلك نقول من حيث ان هـ/ب = ٠ر٢٥ وبناء عليه بمقتضى الجدول م = ٠ر٦٣ فيكون التصرف العملى بمقتضى قانون (١٦)

ت/أ = ٠ر٦٣ × ٠ر٦٧ × ٠ر١٦٧٥ √١٩ر٥٨ × ٢ر٠٩ أى

ت/أ = ٠ر٤٥٢ متر مكعب

(المنافذ المتصلة بموصلات اسطوانية)

(بند ١٩)

حين تكون المنافذ المستديرة مصحوبة بموصلات اسطوانية فالتصرف يتغير تبعا

لتغير طول الموصل وحينئذ لاجل تعيين التصرف العملي يلزم حساب التصرف النظري بموجب قانون ٠٠٠٠ (٨) ثم يضرب الناتج في العامل الموافق له المأخوذ من الجدول الآتي المبين فيه مقدار العامل بالنسبة لطول الموصل وقطره وها صورته

النسبة الواقعة بين طول الموصل وقطره			عوامل التصرف النظري
١	فاقل من واحد		٠ر٦٢
٢	الى	٣	٠ر٨٢
١٢			٠ر٧٧
٢٤			٠ر٧٣
٣٦			٠ر٦٨
٤٨			٠ر٦٣
٦٠			٠ر٦٠

ومتى زاد طول الموصل عن ذلك يحسب التصرف بواسطة القواعد المقررة في مبحث مواسير توزيع المياه التي سيأتي بيانها فيما بعد ولنمثل لذلك بمثالين

(المثال الاول)

ما مقدار كمية التصرف العملي في مدة ثانية من منفذ مستدير قطره ٠ر٠٥ متر متصل بموصل اسطواني طوله ٠ر١٥ متر تحت ارتفاع من الماء قدره ١ر٢٥ متر فوق مركز المنفذ المذكور

فالجواب ان يفرض ان ق قطر المنفذ فالتصرف النظري يصير

$$ت = ط \left(\frac{ق}{٢}\right)^{٢} \sqrt{١٩ر٥٨ \times ١ر٢٥}$$

أو $$ت = ط \frac{ق^{٢}}{٤} \sqrt{١٩ر٥٨ \times ١ر٢٥} = \frac{ق^{٢}}{\frac{٤}{ط}} \sqrt{١٩ر٥٨ \times ١ر٢٥}$$

أو $$ت = \frac{ق^{٢}}{١ر٢٧٣} \sqrt{١٩ر٥٨ \times ١ر٢٥} = \frac{(٠ر٠٥)^{٢}}{١ر٢٧٣} \sqrt{١٩ر٥٨ \times ١ر٢٥}$$

أو $ت = ٠ر٠٠٩٧$ متر مكعب

وحيث ان طول الموصل ثلاثة امثال قطره يكون بمقتضى الجدول السابق
عامل التصرف م = ٨٢ر٠
وبناء عليه يكون التصرف العملى المطلوب

$$\frac{ت}{١} = ٨٢ر٠ \times ٠٠٩٧ر٠ = ٠٠٧٩٥ر٠$$ متر مكعب

(المثال الثانى)

ماهو التصرف العملى من منفذ كالمنفذ المتقدم فى المثال الاول اذا كان متصلا بموصل اسطوانى طوله قدر قطر المنفذ ٣٦ مرة

فالجواب أن يقال فى هذه الحالة ان م = ٦٨ر٠ وبناء عليه يكون التصرف العملى المطلوب

$$\frac{ت}{١} = ٦٨ر٠ \times ٠٠٩٧ر٠ = ٠٠٦٦ر٠$$ متر مكعب

(المنافذ المتصلة بموصلات مخروطية قواعدها الكبرى بالمنافذ)

(بند ٢٠)

يحسب التصرف النظرى لهذه المنافذ بجعل مساحة النهاية الصغرى للموصل مساحة للمنفذ وارتفاع المياه فى المستودع فوق النهاية المذكورة ارتفاعا للمياه الضاغطة المرموز له فى القانون برمز ف ويحسب التصرف العملى الذى يتغير تبعا لتغير زاوية الراسين المقابلين لمخروط الموصل بضرب التصرف النظرى فى العامل الموافق المأخوذ من الجدول الآتى بالنسبة للزاوية المذكورة وهاك صورته

زاوية المخروط		عوامل التصرف والسرعة	
دقيقة	درجة	عوامل التصرف	عوامل السرعة
٠٠	٠٠	٠ر٨٢٩	٠ر٨٣٠
٣٦	٠١	٠ر٨٦٦	٠ر٨٦٦
١٠	٠٣	٠ر٨٩٥	٠ر٨٩٤
١٠	٠٤	٠ر٩١٢	٠ر٩١٠
٢٦	٠٥	٠ر٩٢٤	٠ر٩٢٠
٥٢	٠٧	٠ر٩٢٩	٠ر٩٣١
٥٨	٠٨	٠ر٩٣٤	٠ر٩٤٢
٢٠	١٠	٠ر٩٣٨	٠ر٩٥٠
٠٤	١٢	٠ر٩٤٢	٠ر٩٥٥
٢٤	١٣	٠ر٩٤٦	٠ر٩٦٢
٢٨	١٤	٠ر٩٤١	٠ر٩٦٦
٣٦	١٦	٠ر٩٣٨	٠ر٩٧٠
٢٨	١٩	٠ر٩٢٤	٠ر٩٧١
٠١	٢١	٠ر٩١٨	٠ر٩٧١
٠١	٢٣	٠ر٩١٣	٠ر٩٧٤
٥٨	٢٩	٠ر٨٩٦	٠ر٩٧٥
٢٠	٤٠	٠ر٨٦٩	٠ر٩٨٠
٥٠	٤٨	٠ر٨٤٧	٠ر٩٨٤

وهذا الجدول معمول بالنسبة الى الموصلات التى طولها اقدر قطر طرف الموصل ٢ر٦٠ مرة

(مثال ذلك)

ما هو التصرف العملى مدة ثانية من منفذ متصل بموصل مخروطى قطر طرفه ٠ر٠١٢ متر وطوله ٠ر٠٣٠ متر تحت ارتفاع من المياه الضاغطة قدره ٠ر٥٠٠

متر

متر وزاوية الانفراج ١٢ درجة

فالجواب ان نقول من حيث ان التصرف النظرى

ت = $\frac{(٠٫٠١٢)^2}{١٫٢٧٣}$ × $\sqrt{١٩٫٥٨ \times ٥٫٠٠}$ = ٠٫٠٠١١٢ متر مكعب

وان العامل المقابل الى ١٢ درجة هو م = ٠٫٩٤٢

فالتصرف العملى يكون

$ت_1$ = ٠٫٩٤٢ × ٠٫٠٠١١٢ = ٠٫٠٠١٠٤٥ متر مكعب

وقس على ذلك

(سرعة خروج الماء من طرف الموصل)

(بند ٢١)

تحسب سرعة خروج الماء من طرف الموصل بضرب السرعة النظرية التى هى $\sqrt{٢ ح ف}$ فى العامل الموافق لزاوية انفراج المخروط المأخوذ من الجدول السابق

مثلا اذا كان المطلوب معرفة سرعة خروج الماء من الموصل المخروطى المذكور فى المثال السابق الذى فيه ارتفاع المياه الضاغطة خمسة امتار فوق مركز الموصل

فالجواب أن يقال من حيث ان السرعة النظرية

ع = $\sqrt{١٩٫٥٨ \times ٥}$ = ٩٫٨٩ متر

ومعلوم من الجدول ان عامل السرعة المقابل لزاوية ١٢ درجة هو م = ٠٫٩٥٥ تكون السرعة العملية حينئذ

$ع_م$ = ٠٫٩٥٥ × ٩٫٨٩ = ٩٫٤٤٥ متر

(بند ٢٢)

واذا أريد ازدياد تصرف المنفذ بجعل لفتحة الموصل عند المستودع قطر يساوى ١٫٢ مرة قدر قطر النهاية الاخرى للموصل المساوى للبعد الكائن بين طرفى الموصل أعنى بجعل ا ب = ١٫٢ × ح د و ح د = هـ ف ثم يبنى محل اتصال الموصل بالمنفذ بخن كما يظهر ذلك بشكل (٥)

ويمكن ازدياد التصرف عن ذلك ايضا بمد الفتحة بجزء اسطوانى او توصيل تلك الاسطوانة بموصل مخروطى طوله تسعة امثال القطر الاصغر وتكون زاوية رأسه مساوية لخمس درجات

وعلى مقتضى تجاريب المهندس ايتلوان يصير حساب التصرف العملى من مثل هذه الموصلات بطريقة لائقة

وهى ان يبتدأ بحساب التصرف العملى للجزء الاسطوانى بواسطة قاعدة المنافذ المتصلة بموصلات اسطوانية ثم يضرب هذا التصرف فى العامل المطابق للنسبة الكائنة بين طول الماسورة وقطرها المستخرج من الجدول الذى هذه صورته

النسبة الكائنة بين طول الماسورة وقطرها الاصغر	عوامل تصرف الماسورة الاسطوانية الموصولة بفم مخروطى	
	من دون وصلة فى المدخل	بوصلة فى المدخل
واحد وأقل من واحد	١ر٥٦	دد
٢ الى ٣	١ر١٥	١ر٣٥
١٢	١ر١٣	١ر٢٧
٢٤	١ر١٠	١ر٢٤
٣٦	١ر٠٩	١ر٢٣
٤٨	١ر٠٩	١ر٢١
٦٠	١ر٠٨	١ر١٧

(مثال ذلك)

ماهو التصرف العملى لموصل طوله ١٥ر٠ متر وقطره ٠٥ر٠ متر وارتفاع المياه الضاغطة فوق مركز المنفذ يساوى ٢٥ر١ متر بفرضه موصولا بفم مخروطى مع تدوير فى محل الاتصال كما تقدم

فالجواب ان يقال من حيث ان طول الموصل الاسطوانى يساوى ثلاثة

امثال

امثال القطر الاصغر الذى مقداره ٠٥ر٠ متر فالتصرف من هذا الموصل بفرضه اسطوانيا فقط على حسب قاعدة الموصلات الاسطوانية يكون مساويا ٠٠٧٩٥ر٠ متر مكعب

وحيث انه موصول بفم مخروطى يكون التصرف

٠٠٧٩٥ر٠ × ١٥ر١ = ٠٠٩١٤ر٠ متر مكعب

وأيضا اذا وصلنا المنفذ الاصلى بوصلة مخروطية ودورت الاحرف عند الاتصال كما ذكر يكون التصرف

ت = ٣٥ر١ × ٠٠٧٩٥ر٠ = ٠١٠٧٣ر٠ متر مكعب

ويظهر من ذلك ان تأثير الفم المنفرج على المواسير الطويلة يكون غير محسوس واما تأثير الموصلات المخروطية التى شكلها يقرب من شكل العرق المائى فيكون كبيرا وبناء على ذلك يلزم دائما تنظيم مبدا الموصلات ومبادى سائر مواسير توزيع المياه بهذه المثابة

(تصرف المياه من منافذ المصبات)

(بند ٢٣)

التصرف العملى من منافذ المصبات مدة ثانية يتعين بهذا القانون

$$ت_{١} = م\,س\,هـ \sqrt{٢\,ح\,هـ} \quad\cdots\cdots\ (١٧)$$

وفى هذا القانون س رمز لعرض المصب و هـ رمز لارتفاع استواء الماء فى المستودع عن عتبة المصب وهذا الارتفاع يقاس فى المحل الذى يكون فيه انحناء سطح الماء عند الانصباب غير محسوس و م عامل الانضمام الذى مقداره يعلم من هذا الجدول وصورته

مقادير هـ	متر ٠ر٠١	متر ٠ر٠٢	متر ٠ر٠٣	متر ٠ر٠٤	متر ٠ر٠٦	متر ٠ر٠٨	متر ٠ر١٠	متر ٠ر١٥	متر ٠ر٢٠	متر ٠ر٢٢
العامل م	٠ر٤٢٤	٠ر٤١٧	٠ر٤١٢	٠ر٤٠٧	٠ر٤٠١	٠ر٣٩٧	٠ر٣٩٥	٠ر٣٩٣	٠ر٣٩٠	٠ر٣٨٥

وفى الاحوال العادية يمكن أخذ م = ٠ر٤٠٥ وحينئذ القانون الذى يحسب به التصرف من منافذ والمصبات هو

ت/أ = ٠ر٤٠٥ ل هـ √٢ ح هـ ..... (١٨)

ولنمثل لذلك بمثالين فنقول

(المثال الاول)

ما كمية المياه المنصرفة من مصب عرضه ١٠ متر وارتفاع استواء ماء المستودع عن عتبته ٠ر٢٠ متر فى مدة ثانية

فالجواب أن نقول بوضع مقادير الاشياء المعلومة بدلها فى قانون (١٧) يحدث

ت/أ = ٠ر٣٩٠ × ١٠ر٠٠ × ٠ر٢٠ √١٩ر٥٨ × ٠ر٢٠ = ١ر٥٤٢ متر مكعب

واذا أخذ م = ٠ر٤٠٥ كما هو الجارى فى العمل يكون ت/أ = ١ر٦٠٢ متر مكعب

(المثال الثانى)

ما كمية المياه المنصرفة من فوق بوابة عرضها ٣ متر نزلت بمقدار ٠ر١٥ متر لتكوين مصب عتبته منخفضة عن استواء ماء المستودع بمقدار ٠ر١٥ متر السالفة الذكر

فالجواب أن نقول من القانون (١٧) يحدث

ت/أ = ٠ر٣٩٣ × ٣ر٠٠ × ٠ر١٥ √١٩ر٥٨ × ٠ر١٥ = ٠ر٣٠٣ متر مكعب

(المصبات التى عرضها قدر عرض المستودع)

(بند ٢٤)

متى كان عرض المصب قدر عرض المستودع وكان عمق المستودع لا يزيد عن أربعة امثال ارتفاع سطح الماء عن العتبة فان التصرف يزيد تبعا لزيادة المقدار المتوسط للعامل الذى يلزم ضربه فى كمية ل هـ √٢ ح هـ والمقدار المتوسط للعامل المذكور هو بوجه التقريب ٠ر٤٤٣

(المصبات الناقصة او المغمورة)

(بند ٢٥)

متى

متى صب منفذ المصب فى مستودع او فى ترعة اسفل منه وكان سطح ماء الترعة او المستودع أعلى من عتبة المصب قيل للمصب ناقص أو مغمور كما فى شكل (٦)

وحينئذ فيمكن اعتباره مركبا من منفذين متغايرين أحدهما أعلى وهو ا ح كائن بين استواء سطحى مياه المستودعين وهو يكون مصبا معتادا يصب فى الهواء والآخر ب ح وهو يكون منفذا مغمورا واقعا عليه ضغط ماثل ارتفاعه ا ب

فاذا كان مثلا عرض المصب ب = ٢٫٠٠ متر المساوى لعرض الترعة او المستودع و ا ب = ٠٫٦٠ متر و ا ح = ٠٫٣٢ متر يكون ب ح = ٠٫٢٨ وحيث ان المنفذ ا ح مشكل لمصب مكشوف للهواء فيكون حساب التصرف منه على موجب قانون المصبات التى عرضها اقدر عرض المستودع هكذا

$$\frac{ت}{ا} = 0{,}443 \times 2{,}00 \times 0{,}32 \sqrt{19{,}58 \times 0{,}32} = 0{,}709$$ متر مكعب

وحيث ان المنفذ الثانى مضغوط بارتفاع من الماء فوق مركزه قدره ٠٫٦٠ متر − ٠٫١٤ متر = ٠٫٤٦ متر يكون

$$ن = 2 + 2 \times 0{,}28 = 2{,}56$$ متر و $$ح = 4{,}56$$ متر

وبناء عليه يكون

$$\frac{ن}{ح} = \frac{2{,}56}{4{,}56} = 0{,}561$$

و $$م = 0{,}600 \left(1 + 0{,}152 \times 0{,}561\right) = 0{,}651$$

وذلك فى حالة عدم الاختناق من جنبى المنفذ وقاعدته العليا على مقتضى قانون (١٢) من بند (١١) وبناء عليه يكون

$$\frac{ت'}{ا} = 0{,}651 \times 2{,}00 \times 0{,}28 \sqrt{19{,}58 \times 0{,}28} = 0{,}853$$ متر مكعب

واذن يكون التصرف الكلى

$\frac{ت}{ا} + \frac{تَ}{ا}$ = ٠٫٧٠٩ + ٠٫٨٥٣ = ١٫٥٦٢ مترمكعب

وقد يحتاج احيانا القياس سمك العرق المائى الداخل فى المصب وفى مثل هذه الحالة ينبغى قياس ارتفاع العرق المذكور فوق عتبة المصب واذا رمز بالحرف ر لهذا الارتفاع يكون على وجه التقريب هـ = ١٫١٧٨ ر حين يكون عرض المصب قدر أربعة أخماس عرض المستودع و هـ = ١٫٢٥ ر حين يكون عرض المصب قدر عرض المستودع

(مثال ذلك)

اذا كان عرض المصب خمسة امتار وسمك العرق المائى فى داخل المصب ٠٫١٢ متر وكان عرض المصب قدر عرض المستودع فما تكون كمية التصرف

فالجواب عن ذلك أن يقال من حيث ان هـ = ١٫٢٥ × ٠٫١٢ اى هـ = ٠٫١٥ متر فيكون

$\frac{ت}{ا}$ = ٠٫٤٠٢ × ٥٫٠٠ × ٠٫١٥ $\sqrt{١٩٫٥٨ \times ٠٫١٥}$ = ٠٫٥١٥ متر مكعب

(المصبات المتصلة بمجارى)

(بند ٢٦)

اذا كان المصب متصلا بمجرى ماء ولو قليلا كان التصرف متغيرا عما ذكر فى الحالات المتقدمة وعلى حسب التجاريب التى أجراها بعض المهندسين ينبغى ضرب الكمية ب هـ $\sqrt{٢ ح هـ}$ فى الاعداد الآتية الواردة بالجدول الآتى المطابقة للاوضاع ا و ب و ء و هـ و ف التى سبقت (ببند ١٦) وهذه صورة الجدول

ارتفاع الماء فوق العتبة بالمتر	عامل كمية ب هـ √(٢ جـ هـ) المقابل للاوضاع				
	ا	ب	ى	هـ	ف
٠ر٢١	٠ر٣١٩	٠ر٣٢٤	٠ر٣٢٢	٠ر٣٢٤	٠ر٣٣٦
٠ر١٥	٠ر٣١٤	٠ر٣١٣	٠ر٣١٤	دد	دد
٠ر١٠	٠ر٣٠٥	٠ر٣٠٥	٠ر٣٠٣	٠ر٣٠٥	٠ر٣١٥
٠ر٠٦	٠ر٢٨٣	٠ر٢٨١	٠ر٢٨٠	٠ر٢٧١	٠ر٢٨٧
٠ر٠٤	٠ر٢٧٣	٠ر٢٥٩	٠ر٢٥٧	٠ر٢٤٦	٠ر٢٦٠
٠ر٠٣	٠ر٢٢٧	٠ر٢٢٧	دد	دد	دد

(مثال على وضع ا)

ماهى كمية المياه المتصرفة من مصب عرضه ٤ر٣٠ متر متصل بمجرى مائل ميلا قدره $\frac{ا}{ب}$ وارتفاع استواء ماء المستودع فوق عتبته يساوى ٠ر٢٥ متر فالجواب ان يقال من حيث ان العامل المقابل لهذه الحالة هو ٠ر٣١٩ فمقدار التصرف يكون

$\frac{ت}{ا}$ = ٠ر٣١٩ × ٤ر٣٠ × ٠ر٢٥ √(١٩ر٥٨ × ٠ر٢٥) = ٠ر٧٥٧ متر مكعب

(مثال على وضع ى)

ماهى الكمية المتصرفه من مصب عرضه ٣ر٢٠ متر متصلا بمجرى مائل ميلا قدره $\frac{ا}{ب}$ وارتفاع استواء ماء المستودع فوق عتبته ٠ر١٠ متر فالجواب أن يقال

من حيث ان العامل فى هذه الحالة هو ٠ر٣٠٣ فمقدار التصرف يكون

$\frac{ت}{ا}$ = ٠ر٣٠٣ × ٣ر٢٠ × ٠ر١٠ √(١٩ر٥٨ × ٠ر١٠) = ٠ر١٣٦ متر مكعب

وقس على ذلك ما اشبهه من الامثلة فى بقية الاوضاع

(فى سرعة المياه فى المجارى المتصلة بالمنافذ)

(بند ٢٧)

اتصال المجرى بالمنفذ وان كان لا يعطى مقدار التصرف الذى ينتج من المنفذ فقط فى الاحوال المعتادة فى العمل وذلك لحصول قلة سرعة المياه بعد خروجها من المنفذ الا انه يصير حساب السرعة أمام المنفذ على بعد قدره قدرا صغرا ابعاد المنفذ المذكور مرتين أو مرة ونصفا بهذا القانون

$$\text{ع} = \frac{\sqrt{\text{٢ح ف}}}{\sqrt{\text{١} + \left(\frac{\text{١}}{\text{م}} - \text{١}\right)^{\text{٢}}}} \cdots\cdots (\text{١٨})$$

الذى فيه ع رمز للسرعة المطلوبة و ف رمز لارتفاع المياه فوق وسط المنفذ و ٢ ح = ١٩٫٥٨ كما تقدم و م رمز لعامل التصرف المختص بالمنفذ

فاذا أريد مثلا حساب السرعة المتوسطة للمياه عند مبدا المجرى المتصل بالمنفذ الذى عامل تصرفه ٠٫٦٤ وارتفاع المياه فوق وسطه ١٫٠١ متر يقال من حيث ان

$$\frac{\text{١}}{\text{م}} = \frac{\text{١}}{\text{٠٫٦٤}} = \text{١٫٥٦٢} \quad \text{و} \quad \left(\frac{\text{١}}{\text{م}} - \text{١}\right)^{\text{٢}} = (\text{١٫٥٦٢} - \text{١})^{\text{٢}} = \text{٠٫٣١٦}$$

$$\text{و} \quad \sqrt{\text{١} + \text{٠٫٣١٦}} = \text{١٫١٤٧}$$

والسرعة الناشئة من ارتفاع المياه فوق المركز هى $\sqrt{\text{٢ح ف}} = \text{٤٫٦٣}$ متر

فالسرعة المتوسطة تكون $\text{ع} = \frac{\text{٤٫٦٣}}{\text{١٫١٤٧}} = \text{٤٫٠١}$ متر

وفى أغلب الاحوال التى فيها الاختناق حاصل فى ثلاثة جوانب مع كبر ارتفاع المياه فى المستودع تختار قاعدة بسيطة فيها الكفاية

وهى انه لاجل حساب سرعة المياه فى مبدا المجرى المتصل بمنفذ تضرب السرعة الناتجة من ارتفاع المياه فوق المركز التى هى $\sqrt{\text{٢ح ف}}$ فى العامل ٠٫٨٥ متر وحاصل الضرب هو مقدار السرعة المتوسطة المطلوبة واذن مقدار السرعة المتوسطة المذكورة يكون مبينا بهذا القانون

$$\text{ع} = \text{٠٫٨٥} \sqrt{\text{٢ح ف}} \cdots (\text{١٩})$$

(فى تعيين سرعة المياه عند نهاية المجرى)

(بند ٢٨)

قد يكون المجرى الموصل للماء من المنفذ الى الطارة المائية احيانا قصيرا جدا مع عظم ميله بحيث يمكن صرف النظر عن مقاومة جدرانه لحركة المياه ففى مثل هذه الحالة اذا رمز بالرمز ح للانحدار الكلى للمجرى بالابتداء من عتبة المنفذ الى نهاية المجرى وبحرف عً لسرعة الماء فى نهاية المجرى وبحرف عم للسرعة المتوسطة للماء فى المجرى على بعد من المنفذ قدره اصغر ابعاده مرة ونصفا او مرتين المحسوبة بالطريقة المتقدمة كان مقدار سرعة الماء فى نهاية المجرى مبينا بهذا القانون

عً = √ ٢ج (ح+ف) .... (٢٠)

مثلا اذا اريد حساب سرعة الماء فى نهاية المجرى الذى طوله ٣٠ر١ متر وانحداره الكلى ٢٥ر٠ متر متصلا بمنفذ عامل تصرفه ٦٢ر٠ متر وارتفاع الماء فوق مركزه ٩٠ر٠ متر يقال

من حيث ان السرعة فى مبدا المجرى بمقتضى قانون (١٩) = ١٠ر٤ متر والارتفاع المؤدى لتلك السرعة هو ٨٥٨ر٠

و ح + ف = ٢٥ر٠ + ٨٥٨ر٠ = ١٠٨ر١

فالسرعة فى نهاية المجرى

عً = √ ١٩ر٥٨ × ١ر١٠٨ = ٤ر٦٦ متر

(فى المجارى الطويلة)

(بند ٢٩)

متى كان المجرى طويلا فمقاومة جدرانه لحركة المياه تكون سببا فى تقليل السرعة وأسهل الطرق التى يمكن استعمالها فى قياس السرعة ان يقاس قطع الماء فى نهايتها ثم يقسم حجم الماء المتصرف من المنفذ على مساحة القطع المذكور فما ينتج يكون هو مقدار السرعة المتوسطة المطلوبة

(فى المجارى المستعملة وصلة بين حوضين)

(بند ٣٠)

اذا كان احد الحوضين يصرف ماؤه الى حوض آخر بواسطة مجرى شكل (٧) فالحوض الاول يسمى مستودعا والثانى يسمى مخزنا وهذا يصرف ماؤه عند الحاجة بواسطة مجرى فالقانون الذى يعين به فرق التوازن بين استواء الماء فى الحوضين هو

$$\text{ه} - \text{هَ} = \frac{\text{مٌ}^{2}\,\text{ق}^{2}}{\text{٢ء}\,\text{سَ}^{2}}\left(\left(\frac{\text{١}}{\text{مَ}} - \text{١}\right)^{2} + \text{١} + \text{٠,٠٠٧}\,\frac{\text{م}}{\text{س}}\,\text{ل}\right)\text{هَ} \ldots (\text{٢١})$$

وفيه ه رمز الارتفاع استواء ماء الحوض الاصلى عن مركز منفذ الحوض الثانى

و هَ رمز الارتفاع استواء ماء الحوض الثانى عن مركز منفذه

و مٌ عامل التصرف فى منفذ فتحة باب الحوض الثانى

و ق مساحة قطع منفذ الحوض الثانى

و مَ عامل التصرف فى مبدا ماسورة التوصيل

و س مساحة قطع الماء فى الماسورة المذكورة

و م المحيط المغمور للماسورة المذكورة

و ل طول الماسورة المذكورة

وقس على ذلك ماشئت من الامثلة

(فى الكلام على مواسير توزيع المياه)

(بند ٣١)

فى هذا المختصر لانتكلم الاعلى المواسير التى تكون ثابتة القطع بدون حصول اختناق فى داخلها مع فرض عدم وجود زواياها او تغيرات سريعة فى اتجاهاتها

اذا كان جريان المياه فى الماسورة منتظما اى بحالة ثابتة بان كان استواء ماء

المستودع

المستودع الاعلى واستواء ماء الحوض الاسفل على ارتفاع ثابت فيكون حجم الماء المنصرف منها ثابتا كذلك والسرعة المتوسطة لجريان المياه بها تتعين بهذا القانون

$$ع_م = ٥٣٫٥٨ \sqrt{\frac{د ر}{٤}} - ٠٫٠٢٥ \text{ متر}$$

$$\text{أو } ع_م = ٢٦٫٧٩ \sqrt{د ر} - ٠٫٠٢٥ \text{ متر} \cdots\cdots (٢٢)$$

الذى فيه $ع_م$ رمز للسرعة المتوسطة المطلوبة و $د$ رمز لقطر الماسورة و $ر$ رمز للانحدار فى كل متر من الطول المساوى للنسبة بين الارتفاع الكلى الذى هو فرق توازن استواء ماء المستودعين المتصلين بالماسورة المرموز له بالرمز $هـ$ وبين الطول الكلى للماسورة المرموز له بالرمز $ل$ أى ان $ر = \frac{هـ}{ل}$ واذا علمت السرعة المتوسطة $ع_م$ بواسطة معرفة مقدارى $د$ و $ر = \frac{هـ}{ل}$ كما فى القانون المتقدم يمكن حساب التصرف من الموصل بهذا القانون

$$ت = \frac{د^٢ \times ع_م}{١٫٢٧٣} \text{ متر مكعب} \cdots\cdots (٢٣)$$

(مثال ذلك)

اذا كان المطلوب معرفة السرعة المتوسطة والكمية المنصرفة فى مدة ثانية من موصل قطره ٠٫٣٠ متر وطوله ٢٠٠٠ متر حينما يكون فرق توازن ماء المستودعين $هـ = ٤$ متر يقال انه بمقتضى قانونى (٢٢) و (٢٣) يكون مقدار السرعة المتوسطة

$$ع_م = ٢٦٫٧٩ \sqrt{\frac{٤ \times ٠٫٣٠}{٢٠٠٠}} - ٠٫٠٢٥ \text{ متر} = ٠٫٦٣١ \text{ متر}$$

ومقدار التصرف يكون

$$ت = \frac{(٠٫٣٠)^٢ \times ٠٫٦٣١}{١٫٢٧٣} = ٠٫٠٤٤٦ \text{ متر مكعب}$$

وبواسطة القانونين (٢٢) و (٢٣) المذكورين تحل عدة مسائل مهمة منها اذا علم قطر الموصل والانحدار فى كل متر من الطول وهو $ر = \frac{هـ}{ل}$ فيمكن معرفة مقدار السرعة المتوسطة وكمية التصرف فى الثانية الواحدة فاذا كان قطر الموصل $د = ٠٫٢٥$ متر مثلا والانحدار فى كل متر من الطول

الكلى م = ٠ر٠٠٣٧٨٩ متر المقابل الى فرق توازن قدره هـ = ١١ر٣٣٦ متر فى طول قدره ٣٠٠٠ متر فـما يكون مقدار السرعة المتوسطة والتصرف فى الثانية الواحدة لذلك نقول

من حيث ان (د م)/٤ = ¼ ٠ر٢٥ × ٠ر٠٠٣٧٨٩ = ٠ر٠٠٠٠٢٣٦٨ فيكون

ع‌م = ٥٣ر٥٨ √(٠ر٠٠٠٠٢٣٦٨) − ٠ر٠٢٥ = ٠ر٨ متر

وهو مقدار السرعة المطلوبة وبناء عليه يكون

ت = ((٠ر٢٥)^٢ × ٠ر٨٠) / ١ر٢٧٣ = ٠ر٠٣٩٢ متر مكعب

وهو مقدار التصرف المطلوب

ومنها اذا علمت كمية التصرف من الموصل وقطره فيمكن معرفة مقدار انحداره بهذا القانون

م = ((ع‌م + ٠ر٠٢٥) / ٢٦ر٧٩)^٢ / د ..... (٢٤)

وذلك من بعد ملاحظة ان مقدار السرعة المتوسطة يعين بهذا القانون

ع‌م = (١ر٢٧٣ × ت) / د^٢ ...... (٢٥)

فاذا كان المطلوب معرفة فرق توازن المستودعين المتصلين بموصل طوله ١٥٠٠ متر وقطره ٠ر٦٠ متر مصرف لكمية من الماء قدرها ٠ر٢٠٠ متر مكعب فى مدة ثانية يقال بمقتضى قانونى (٢٤) و (٢٥) يحدث

ع‌م = (١ر٢٧٣ × ٠ر٢٠٠) / (٠ر٦٠)^٢ = ٠ر٧٠٧٢٢ متر

و م = ((٠ر٧٠٧٢٢ + ٠ر٠٢٥) / ٠٢٦ر٧٩)^٢ / ٠ر٦٠ = ٠ر٠٠١٢٥٣ متر

ومن حيث ان م = هـ/ل فيكون

هـ = م × ل = ٠ر٠٠١٢٥٣ × ١٥٠٠ = ١ر٨٧٩ متر

واما اذا كان المطلوب وضع موصل بين مستودعين معلومى الوضع يصرف

كمية معلومة من الماء وأريد معرفة قطره فنقول من حيث ان كلا من كمية التصرف والانحدار الكلى أى فرق توازن المستودعين معلوم يعلم أولا مقدار $\text{ر} = \frac{\text{ه}}{\text{ل}}$

ثم بناء عليه يحسب مقدار القطر د من هذا القانون

$$\text{ت} = \text{٢١٫٠٤٥}\sqrt{\text{د}^{\text{٥}}\,\text{ر} - \text{٠٫٠١٩٦}\times\text{د}^{\text{٤}}} \quad \cdots\cdots (\text{٢٦})$$

بطريقة التقريب كما سيشاهد وكيفية ذلك اذا كان المطلوب حل هذا القانون بوجه تقريبى أن يبتدأ بصرف النظر عن الحد الاخير من هذا القانون ثم يستخرج بعد ذلك مقدار القطر د من هذا القانون

$$\text{د} = \text{٠٫٢٩٥٦}\sqrt[\text{٥}]{\frac{\text{ت}^{\text{٢}}}{\text{ر}}} = \text{٠٫٢٩٥٦}\sqrt[\text{٥}]{\frac{\text{ت}^{\text{٢}}\times\text{ل}}{\text{ه}}} \quad \cdots (\text{٢٧})$$

والمقدار الناتج من هذا القانون يكون مغايرا للقطر الحقيقى بقليل فاذا كان المطلوب مثلا معرفة قطر الموصل المعد لتصريف كمية من الماء قدرها ٠٫٠٢٦٦٦ متر مكعب فى مدة ثانية واحدة الى حوض منخفض عن الحوض الاصلى بمقدار ٣٦٫٧٧٠ مترا والبعد الكائن بين الحوضين المذكورين قدره ١٠٠٠ متر نقول من قانون (٢٧) يحدث

$$\text{د} = \text{٠٫٢٩٥٦}\sqrt[\text{٥}]{\frac{(\text{٠٫٠٢٦٦٦})^{\text{٢}}\times\text{١٠٠٠}}{\text{٣٦٫٧٧٠}}} = \text{٠٫١٣٤٢٦ متر}$$

وفى حالة ما اذا كان مقدار هذا الحل كافيا اذا وضع مقدار القطر د المستخرج من قانون (٢٧) ومقدار التصرف ت المعلوم من رأس المسئلة فى قانون (٢٥) وهو

$\text{ع} = \frac{\text{١٫٢٧٣}\times\text{ت}}{\text{د}^{\text{٢}}}$ واستخرج منه $\text{ع}_{\text{م}}$ وكانت هذه السرعة مساوية ٠٫٥٠ مترا واكبر منها يمكن بدون خوف من الوقوع فى الخطا استعمال القطر المذكور بالوجه المرغوب

واما اذا وجدت تلك السرعة اصغر مما ذكر فان مقدار القطر المحسوب بالطريقة المتقدمة وكمية الماء المنصرفة منه يكونان صغيرين جدا عن

حقيقتهما وبسبب ذلك ينبغى البحث عن حل آخر مقرب من الحقيقة جدا وذلك بان يوضع فى قانون (٢٦) الذى هو

ت = ٢١٠٤٥ر٠ √(ص / ر د) ــ ٠١٩٦ر٠ × ٢ د؛

المقادير المعلومة الى ر و ت ثم تحسب المقادير المتوالية التى يأخذها الطرف الثانى بوضع المقادير المختلفة للقطر د بالابتداء من المقدار الذى وجد من قانون (٢٧) المتزايدة بالتوالى عن بعضها من سنتمترأو بمقداره ميليمتر المبتدئة من المقدار الذى وجد من قانون (٢٧)

فالمقادير الاولية للطرف الثانى تكون اصغر من مقدار ت ابتداء لكن المقادير التى تأتى بعدها تتزايد شيأ فشيأ حتى تزيد على المقدار الحقيقى الى ت وبناء عليه يكون المقدار الذى أعطى اخيرا للقطر د أكبر من اللازم وبهذه الكيفية التقريبية يمكن بالسهولة بعد ثلاثة أو اربعة أوضاع تحديد مقدار القطر المطلوب

فاذا تقرر ماذكر رسم خطان متعامدان وجعلا محورى احداث واخذ على أفقيهما بالابتداء من نقطة تلاقيهما مقادير د المتقدمة بواسطة مقياس اختصارى كبير يعتبر واحده خمسة سنتيمترات وأقيم من نقط التقاسيم المقابلة للابعاد المذكورة أعمدة وقطع عليها بواسطة المقياس الاختصارى المتقدم مقادير ت المطابقة لمقادير د المذكورة وجمع بين نهايات الاعمدة بخط منحن وأخذ على المحور الرأسى بالابتداء من نقطة التلاقى بواسطة المقياس بعد يساوى مقدار ت المعلوم ومرر من نهايته خط يوازى محور الافقيات فالخط المذكور يقابل المنحنى المتقدم فى نقطة أفقيها يكون دالا على مقدار القطر المطلوب

(مثال ذلك) ماهو المقدار اللازم اعطاؤه لقطر موصل معد لتصريف كمية من الماء قدرها ٢٦٦٦ر٠ متر مكعب فى مدة ثانية وانحداره فى كل متر من الطول ر = ٠٠١٩٣٧ر٠ متر

فيجاب عن ذلك بأن يقال من قانون (٢٧) التقريبى يحدث بعد تعويض

الاشياء

الاشياء المعلومة مقاديرها د = ٣٨٣٢ر٠ متر
ثم يؤخذ جملة مقادير تكون أكبر من مقدار د المستخرج وتوضع فى الطرف الثانى من قانون (٣٦) بالتوالى وتحسب مقادير ت المقابلة لها فيوجد مقادير ت المذكورة فى هذا الجدول

مقادير د المعتبرة افقيات	مقادير الطرف الثانى المقابلة لمقادير د المعتبرة راسيات
٣٨٣٢ر٠ متر	٠٢٣٧٧٨ر٠
٣٩٠٠ر٠	٠٢٤٨٤٠ر٠
٤٠٠٠ر٠	٠٢٦٥٠٣ر٠
٤١٠٠ر٠	٠٢٨٣٣٠ر٠

ونقطة تلاقى المنحنى بالمستقيم الموازى لمحور الافقيات المار على بعد قدره ت = ٠٢٦٦٦ر٠ المعلوم من رأس المسئلة تقع فى النقطة التى افقيها هو د = ٤٠٠٩٣ر٠ متر وهذا يمكن اعتباره مقدارا حقيقيا للقطر الموصل المطلوب

تصرف المياه من منفذ مستودع يتغير استواؤه مدة جريان المياه منه

(بند ٣٢)

اذا زاد مقدار تصرف الماء عن المقدار الوارد للمستودع فلا بد من انخفاض استواء الماء فيه وحينئذ فيقل مقدار الارتفاع الضاغط على مركز المنفذ وبناء عليه يلزم أن يسلك فى حساب مقدار حجم المياه المتصرفة مدة زمن معين طريقة

هى اذا كان استواء الماء فى المستودع فوق النهاية العليا للمنفذ يوضع فى المستودع مسطرة مقسمة رأسية ويقاس بها ارتفاعات استواء الماء مدة أزمان متساوية زوجية وبعد قياس ذلك بالضبط اذا رمز بحرف ـ لعرض المنفذ وبرمز هـ لارتفاعه وبرمز م لعامل التصرف المقابل للمتوسط العددى بين أكبر وأصغر الارتفاعات الضاغطة المرصودة ثم رمز بحروف

$ب_١$ و $ب_٢$ و $ب_٣$ و $ب_٤$ و $ب_٥$ للارتفاعات المرصودة الضاغطة المقابلة للمدد الازمنة المتساوية المساوى كل منها ن ثم رمز بحرف ت الكمية المياه المنصرفة مدة الزمن الكلى المساوى ٤ن يكون مقدار التصرف مبينا بهذا القانون

$$ت = ١ر٤٧٦ \; م \; هـ \; ن \left(\sqrt{ب_١} + \sqrt{ب_٥} + ٤\left(\sqrt{ب_٢} + \sqrt{ب_٤}\right) + ٢\sqrt{ب_٣} \right) \ldots\ldots\ldots (٢٨)$$

وينطق به لايجاد كمية المياه المنصرفة مدة زمن معين من منفذ ذى ارتفاع ضاغط فوق جزئه الاعلى فى حالة ما يكون استواء المستودع متغيرا فيقال تؤخذ الجذور التربيعية لكل من الارتفاعات الضاغطة على مركز المنفذ فى الازمان المتساوية الزوجية كما ذكر ثم يضاف الى مجموع الجذرين المتطرفين أعنى الاكبر والاصغر أربعة أمثال مجموع الجذور التربيعية للارتفاعات الضاغطة المزدوجة الرتبة بالنسبة لترتيب الرصد وضعف مجموع الجذور التربيعية للارتفاعات الضاغطة المفردة الرتبة ثم يضرب المجموع الكلى فى الزمن الذى يمضى بين رصدين متواليين وفى حاصل ضرب عامل التصرف فى ١ر٤٧٦ وفى عرض المنفذ وفى ارتفاعه فالناتج من ذلك يكون هو مقدار التصرف المطلوب ويمكن الاستغناء فى الاحوال العادية برصد خمسة ارتفاعات فقط

(مثال ذلك)

ما حجم المياه المنصرف من منفذ عرضه متر واحد وارتفاعه ٠ر٣٠ متر فى مدة ثلاث دقائق

فالجواب عن ذلك أن نقول اذا كان استواء الماء فوق مركز المنفذ على الارتفاعات المبينة بعد فى أزمنة معينة كما فى هذا الجدول

أزمان	″٠ر٠٠	″٤٥	″٩٠	″١٣٥	″١٨٠
الارتفاعات الضاغطة بالمتر	١ر٣٠	١ر١٠	٠ر٨١	٠ر٦٣	٠ر٤٦
تكون الجذور التربيعية للارتفاعات	١ر١٤٠	١ر٠٤٨	٠ر٩٠٠	٠ر٧٩٤	٠ر٦٧٨

وحيث

وحيث ان عامل التصرف م = ٠٫٦٠٣

يحدث بمقتضى منطوق القاعدة

$$\text{ت} = ١٫٤٧٦ \times ٠٫٦٠٣ \times ١ \times ٠٫٣٠ \times ٤٥ \left\{ \begin{array}{r} ١٫١٤٠ + ٠٫٦٧٨ + ٤ \times \\ (١٫٠٤٨ + ٠٫٧٩٤) + \\ ٢ \times ٠٫٩٠٠ \end{array} \right\}$$

= ١٣٢ متر مكعب

(بند ٣٣)

اذا كان المقصود بالحساب حجم الماء المنصرف فى زمن معلوم بفرض تغير الارتفاع الضاغط مدة جريان الماء ينبغى كما ذكرسابقا رصد الارتفاعات المتوالية لاستواء الماء فوق عتبة المصب المقابلة للازمان المتساوية وان يرمز بالحرف ـ لعرض المصب وبالحرف م الذى مقداره ٠٫٤٠٥ الذى هو المقدار المتوسط لعامل التصرف حين يكون الاختناق حاصلا عند الجوانب وبالحروف $\text{ب}_{١}$ و $\text{ب}_{٢}$ و $\text{ب}_{٣}$ و $\text{ب}_{٤}$ و $\text{ب}_{٥}$ للارتفاعات المتوالية لاستواء الماء فوق عتبة المصب المقابلة للازمان المتساوية التى كل منها يساوى ه وبالحرف $\text{ت}_{٢}$ لحجم الماء المنصرف مدة زمن الرصد بتمامه المساوى ٤ه فيكون مقدار التصرف المذكور معينا بهذا القانون

$$\text{ت}_{٢} = ٠٫٥٩٨ \times \text{ـ} \times \text{ه} \left(\text{ب}_{١}\sqrt{\text{ب}_{١}} + \text{ب}_{٥}\sqrt{\text{ب}_{٥}} + ٤\left(\text{ب}_{٢}\sqrt{\text{ب}_{٢}} + \text{ب}_{٤}\sqrt{\text{ب}_{٤}}\right) + ٢\,\text{ب}_{٣}\sqrt{\text{ب}_{٣}} \right) \quad \text{(٢٩)}$$

وينطق به فيقال يضرب كل من الارتفاعات المرصودة لاستواء ماء المستودع فوق عتبة المصب فى جذره التربيعى ثم ترتب حواصل الضروب كترتيب الارصاد ويجمع الحاصل الاول الى الاخير ثم الى اربعة امثال مجموع الحواصل المزدوجة الرتبة ثم الى ضعف مجموع الحواصل المفردة الرتبة ثم يضرب المجموع الكلى الناتج فى حاصل ضرب العدد الثابت ٠٫٥٩٨ فى عرض المصب وفى الزمن الماضى بين رصدين متواليين وما ينتج يكون هو مقدار التصرف المطلوب وقس على ذلك ما اشبهه من الامثلة

(بند ٣٤)

اذا كانت المنافذ مغمورة كبوابات الهويسات تحسب كمية تصرف كل منها برصد ارتفاعات الاستواء امام وخلف المنفذ فى آن واحد جملة مرار فى أزمان متساوية وحينئذ اذا أبقيت الرموز المتقدمة على ماهى عليه وجعل ر رمز الارتفاع المنفذ و (ب١ و بَ١) و (ب٢ و بَ٢) و (ب٣ و بَ٣) و (ب٤ و بَ٤) و (ب٥ و بَ٥) رموز الارتفاعات المرصودة امام وخلف المنفذ فوق مركزه فى أزمان متساوية كل منها اقدره ق فان كمية التصرف تتعين بهذا القانون

$$\text{ت} = ١ر٤٧٦\ \text{م}\ \text{س}\ \text{ر}\ \text{ق} \left(\sqrt{\text{ب}_{١} - \text{بَ}_{١}} + \sqrt{\text{ب}_{٥} - \text{بَ}_{٥}} + ٤\left(\sqrt{\text{ب}_{٢} - \text{بَ}_{٢}} + \sqrt{\text{ب}_{٤} - \text{بَ}_{٤}}\right) + ٢\sqrt{\text{ب}_{٣} - \text{بَ}_{٣}}\right) \quad \ldots\ldots (٣٠)$$

وفى هذا القانون م = ٠ر٦٢٥

تصريف المنافذ التى تصب فى الفراغ اولا ثم تصريفها حالة كونها مغمورة

(بند ٣٥)

حينما يصب المنفذ فى مبدا الامر فى الهواء ثم بعد زمن معين يصير مغمورا بالماء يحسب أولا التصرف الذى صار فى مدة الانصباب فى الهواء ثم بواسطة القواعد المتقدمة يحسب التصرف مدة الانصباب حالة كون المنفذ مغمورا ثم يضاف هذا التصرف الى ذلك فالناتج يكون هو التصرف الكلى المطلوب

تقدير كمية المياه الواردة لحوض بواسطة التصرف من منفذ مصنوع فيه فى حالة ما يكون استواء الماء الضاغط متغيرا

(بند ٣٦)

يصعب تجهيز فتحة المنفذ بحيث يكون استواء الماء الضاغط ثابتا فى الحوض

بفرض

بفرض استقرار جريان المياه الوارد على الدوام ففي مثل هذه الحالة تقدر كمية المياه الواردة للحوض بالطرق المتقدمة في مبحث حساب التصرف العملي عندما يكون الاختناق حاصلا وأما اذا لم يمكن انتظار تقدير وتعديل كمية المياه الواردة للحوض فينبغي سلوك طريقة

هي أن ترفع البوابة السادة للمنفذ قليلا شيأ فشيأ حتى يصير ما يصرفه المنفذ أكبر من كمية المياه الواردة للحوض وبذلك ينخفض استواء المياه في الحوض الضاغط على المنفذ وعند ذلك ترصد الارتفاعات المتوالية للاستواء في أزمان متساوية وتحسب كمية المياه المتصرفة في الزمن الكلي المفروض بواسطة القواعد التي تقدمت في حساب التصرف حالة ما يكون الاستواء متغيرا ثم يسد المنفذ دفعة واحدة ويرصد الزمن الذي يمضي من ابتداء السد المذكور لغاية رجوع ارتفاع ماء الحوض الى حالته الاصلية

اذا تقرر ما ذكر ورمز برمز ت لكمية المياه المنصرفة مدة الزمن المفروض في تصريف المياه من المنفذ ورمز برمز ز لمقدار ثواني هذه المدة وبرمز زَ لمقدار الثواني التي تمضي من ابتداء سد المنفذ لغاية ما يعود ارتفاع الماء في الحوض الى حالته الاصلية وبرمز س لكمية المياه الواردة للحوض مدة ثانية واحدة فالكمية المذكورة تتعين بهذا القانون

$$س = \frac{ت}{ز + زَ} \cdots\cdots (٣١)$$

يعني انه لحساب كمية المياه الواردة للحوض مدة ثانية تحسب كمية المياه المنصرفة منه في مدة ما معينة في حالة ما يكون الاستواء متغيرا ثم تقسم تلك الكمية على مجموع الزمن الماضي وقت التصريف والزمن الماضي من ابتداء سد الفتحة الى حين رجوع استواء ماء الحوض الى ارتفاعه الاصلي

(حساب الزمن اللازم لتفريغ حوض أي هويس)

(بند ٣٧)

بعد قفل بوابات الهويس الامامية وقطع اتصاله بمياه الامام يمكن حساب الزمن اللازم لتفريغ الحوض لغاية ارتفاع معلوم بالقانون المفروض فيه ان التصريف يكون فى الهواء وهذه صورته

$$\text{ز} = \frac{٠٫٤٥١\,\text{س}}{\text{م}\,\text{سَ}}\left(\sqrt{\text{ف}} - \sqrt{\text{فَ}}\right) \quad .... (٣٢)$$

وفيه ز رمز للزمن المطلوب و س رمز لمساحة السطح الثابت لاستواء الماء فى الحوض و سَ رمز لمساحة المنفذ و م عامل التصرف بالنسبة للمنفذ المذكور وهو يساوى عادة فى الهويسات ٠٫٦٢٥ و ف و فَ رمزان لارتفاعى الاستواء فى ابتداء وانتهاء الرصد

(بند ٣٨)

اذا كان الحوض متصلا بمجرى مياه واردة مدة تصريف مائه من المنفذ ينبغى حساب زمن تفريغ الحوض بهذا القانون

$$\text{ز} = \frac{٠٫٤٥١\,\text{س}}{\text{م}\,\text{سَ}}\left(\sqrt{\text{ف}} - \sqrt{\text{فَ}}\right) + \frac{٠٫٢٣٥\,\text{س} \times \text{ت}}{\text{م}^{٢}\,\text{سَ}^{٢}}$$

$$\times \text{لوغا} \frac{\text{م}\,\text{سَ}\sqrt{٢\text{ح}\,\text{ف}} - \text{ت}}{\text{م}\,\text{سَ}\sqrt{٢\text{ح}\,\text{فَ}} - \text{ت}} \quad .... (٣٣)$$

الذى فيه زيادة عن الرموز المتقدمة ت رمز لحجم الماء الوارد للحوض فى ثانية واحدة و ح رمز لقوة التثاقل المعلوم مقدارها فى مصر ٩٫٧٩ أو ٢ ح = ١٩٫٥٨

(تعيين زمن التفريغ اذا كان المنفذ مصبا)

(بند ٣٩)

قد يحسب زمن التفريغ اذا كان المستودع لم يرد اليه ماء من الخارج فان ورد اليه كان بتيار جسيم بهذا القانون

$$\text{ز} = \frac{١٫١١٤\,\text{س}}{\text{ب}} \times \frac{\sqrt{\text{ف}} - \sqrt{\text{فَ}}}{\sqrt{\text{ف}\,\text{فَ}}} \quad ..... (٣٤)$$

الذى فيه س رمز للسطح الثابت أو المتوسط للمستودع و ب رمز لعرض

المصب

المصب و ف و فَ رمزان لارتفاعى استواء ماء المستودع فوق عتبة المصب في ابتداء وانتهاء التصريف

(طريقة تنظيم تفريغ ماء الغدران أو حيضان الرى)

(بند ٤٠)

حينما يراد تفريغ ماء الغدران أو حيضان الرى ينبغى تنظيم فتحة المنافذ بشرط أن لا تكون الوديان والاراضى المنخفضة المعدة لقبول الماء المنصرف ملآنة بالماء جدا وزيادة على ذلك ينبغى أن يكون التفريغ حاصلا فى زمن يسير على قدر الامكان

ويمكن الحصول على ذلك بطريقة هى انه بعد معرفة أو عمل ميزانية الوادى المنخفض ومعرفة الطول والقطع المتوسط للمجرى أو القناة المفرغة يحسب بواسطة القواعد والقوانين التى ستأتى فى مبحث تحرك المياه فى الخلجان والترع المكشوفة التى انحدارها وقطاعها وما يتعلق بها ثابت كمية المياه التى يمكن جريانها فى المجرى أو الترعة بدون أن يحصل غرق فى الوادى واذا تقرر ذلك يجعل عرض المنفذ مساويا بوجه التقريب لعرض المجرى أو القناة اذا لم ينتج عن ذلك ابعاد كبيرة وقد يعطى هذا البعد ابتداء ومتى علم هذا العرض فى كل من الحالتين يجعل قاع المجرى المذكور أو قاع الغدير أو الحوض فى استواء عتبة المنفذ تقريبا ان أمكن ذلك ثم يقسم الارتفاع الكلى لانخفاض سطح الاستواء المعتبر الى اجزاء متساوية من ١٠ر٠ متر الى ٢٠ر٠ متر فى الغدران أو الحيضان الكبيرة ومن ٣٠ر٠ متر الى ٥٠ر٠ متر فى الغدران الصغيرة ثم تعين المساحة المتوسطة لسطح الاستواء فى كل من الاجزاء المذكورة بواسطة العمليات الهندسية وبواسطة هذا القانون

ت = م ـ هـ $\sqrt{}$ ٢ حـ ف يوجد ارتفاع هذا المنفذ

$$هـ = \frac{ت}{م ـ \sqrt{٢ حـ ف}} \quad ...... \quad (٣٥)$$

ومن ذلك تنتج قاعدة وهى انه لاجل تعيين المقدار اللازم لرفع باب المنفذ فى كل من الارتفاعات المتوالية لاستواء الماء يقسم حجم الماء المنصرف من المجرى أو القناة فى مدة ثانية واحدة على حاصل ضرب السرعة المنسوبة لارتفاع الاستواء فوق مركز المنفذ وفى عرض المنفذ وفى عامل التصرف وخارج القسمة يكون هو الارتفاع المطلوب

ويجعل الارتفاع المستخرج من هذا القانون ارتفاعا للمنفذ يلزم أن يكون حجم الماء المنصرف من هذا المنفذ أقل من الكمية التى يمكن ان يصرفها المجرى او قناة التصريف

وبعد هذا كله يسهل تطبيق القواعد التى تقدمت على حساب الزمن اللازم لتفريغ كل من الطبقات الافقية وحاصل جمعها يكون هو الزمن الكلى اللازم للتفريغ واذا كان الزمن المتحصل يزيد عن الزمن اللازم اختياره ينبغى ثم يبدا بابعاد مجرى التصريف والقاعدة المتقدمة يمكن تطبيقها ايضا على جميع الاحوال سواء كان المستودع متصلا بمورد مياه أم لا

(مثال ذلك)

ليكن سطح الغدير المراد تفريغه مساويا لمائتى اكتار وعرض مجرى التصريف ٢ر٢٠ متر وعمقه المتوسط مترا واحدا وانحدار قاعه مترين فى طول ١٨٠٠ متر أى ٠ر٠٠١١ فى المتر الواحد

فيوجد بعد قانون (٤٦) الآتى فى سرعة جريان المياه فى الخلجان أو فى المجارى المكشوفة ان السرعة المتوسطة لجريان المياه فى مجرى التصريف تكون

ع م = ٥٦ر٨٦ √((٢ر٢٠ متر مربع / ٤ر٢٠ متر) × ٠ر٠٠١١) ـــ ٠ر٠٧٢ = ١ر٢٨٨ متر

وبناء عليه فالمقدار الذى يمكن تصريفه من ذلك المجرى بدون طفح المياه من حافتيها يكون

ت = ٢ر٢٠ متر مربع × ١ر٢٨٨ متر = ٢ر٨٣ متر مكعب

وحيث ان عامل التصرف على مقتضى التجاريب التى أجريت فى المنافذ هو م = ٠ر٦٢ فاذا قسم حجم المياه الموجودة فى الغدير أو الحوض الى طبقات كل طبقة منها سمكها ٠ر١٥ متر وحسب مقدار ارتفاع باب المنفذ بالقاعدة المتقدمة من ابتداء التفريغ الى ان يؤل المنفذ الى مصب فانه يحدث جدول يحتوى على معالم ونتائج الحساب وهذه صورته

ارتفاعات الاستواء فوق العتبة المقابلة لحدود كل طبقة بالمتر	مساحة السطوح المتوسطة للاستواء بالمتر المربع	ارتفاعات الباب اى ارتفاعات المنفذ بالمتر	الارتفاعات الضاغطة فوق مركز المنفذ المقابل للاستواء		زمن التفريغ من طبقة الى أخرى	
			الاعلى هـ بالمتر	الاسفل هَ بالمتر	بالثانية	باليوم
٣ر١٠ الى ٢ر٩٥	٢٠٠٠٠٠٠	٠ر٥٣١	٢ر٨٣٥	٢ر٠٨٥	٦٤٠٠٠	٠ر٧٤١
٢ر٩٥ : ٢ر٨٠	٢٠٠٠٠٠٠	٠ر٥٤٤	٢ر٦٧٨	٢ر٥٢٨	٦٥٥٠٠	٠ر٧٥٥
٢ر٨٠ : ٢ر٦٥	٢٠٠٠٠٠٠	٠ر٥٥٨	٢ر٥٢١	٢ر٣٧١	٦٧٨٠٠	٠ر٧٨٥
٢ر٦٥ : ٢ر٥٠	٢٠٠٠٠٠٠	٠ر٥٧٣	٢ر٣٦٤	٢ر٢١٤	٧٢٧٠٠	٠ر٨٤٢
٢ر٥٠ : ٢ر٣٥	٢٠٠٠٠٠٠	٠ر٥٩٠	٢ر٢٠٥	٢ر٠٥٥	٧٥٧٠٠	٠ر٨٧٦
٢ر٣٥ : ٢ر٢٠	٢٠٠٠٠٠٠	٠ر٦٠٩	٢ر٠٤٦	١ر٨٩٦	٧٨٧٠٠	٠ر٩٤١
٢ر٢٠ : ٢ر٠٥	٢٠٠٠٠٠٠	٠ر٦٣٠	١ر٨٨٥	١ر٧٣٥	٨١٥٠٠	٠ر٩١١
٢ر٠٥ : ١ر٩٠	١٩٩٥٠٠٠	٠ر٦٥٢	١ر٧٢٤	١ر٥٧٤	٨٥٧٠٠	٠ر٩٩٢
١ر٩٠ : ١ر٧٥	١٩٩٥٠٠٠	٠ر٦٧٢	١ر٥٦٤	١ر٤١٤	٨٨٢٠٠	١ر٠٢١
١ر٧٥ : ١ر٦٠	١٩٨٥٠٠٠	٠ر٧٠٧	١ر٣٩٧	١ر٢٤٧	٩٣٩٠٠	١ر٠٨٧
١ر٦٠ : ١ر٤٥	١٩٨٠٠٠٠	٠ر٧٣٩	١ر٢٣١	١ر٠٨١	٩٩٤٠٠	١ر١٥٠
١ر٤٥ : ١ر٣٠	١٩٧٢٠٠٠	٠ر٧٧٥	١ر٠٦٣	٠ر٩١٣	١٠٧٧٠٠	١ر٢٤٨
١ر٣٠ : ١ر١٥	١٩٦٤٠٠٠	٠ر٨٢٢	٠ر٨٨٩	٠ر٧٣٩	١١٧٠٠٠	١ر٣٥٥
١ر١٥ : ١ر١٠	١٩٦٠٠٠٠	٠ر٨٧٢	٠ر٧١٤	٠ر٥٦٠	٤١٣٠٠	٠ر٤٧٩
						١٣ر١٨٣

والزمن الكلى لانخفاض الاستواء من ١ر٣٠ متر الى ١ر١٠ متر فوق العتبة يكون ١٨٣ر١٣ يوما وعندما يصل الاستواء الى الارتفاع ١ر١٠ متر المذكور فوق العتبة يتحول المنفذ الى مصب واذا صار حساب أزمنة التفريغ المقابلة للطبقات المتوالية التى سمك كل منها ٠ر١٥ متر الى ان يصل الى الطبقة التى يكون سمكها ٠ر٣٥ متر فوق العتبة المقابلة للزمن الذى فيه يمكن اعتبار الغدير أو الحوض فارغا فن بعد مراجعة (بند ٣٠) تحدث المعالم والنتائج الآتية

الارتفاعات الضاغطة فوق عتبة المصب المقابلة للاستواء			مساحة السطوح المتوسطة للاستواء	زمن التفريغ من طبقة الى اخرى بعدها	
				بالثانية	باليوم
الاعلى ه متر		الاسفل هَ متر			
١ر١٠	الى	٠ر٩٥	١٩٠٠٠٠٠ متر مربع	١٣٦٠٠٠	١ر٥٧٢
٠ر٩٥	:	٠ر٨٠	١٤٠٠٠٠٠	١٢٩٥٠٠	١ر٥٢٠
٠ر٨٠	:	٠ر٦٥	٠٩٠٠٠٠٠	١١٢٨٠٠	١ر٣٠٩
٠ر٦٥	:	٠ر٥٠	٠٤٠٠٠٠٠	٠٧٠٥٠٠	٠ر٨١٧
٠ر٥٠	:	٠ر٣٥	١٥٠٠٠٠	٠٤١٧٠٠	٠ر٤٨٣

والزمن الكلى لانخفاض الاستواء من ١ر١٠ متر الى ٠ر٣٥ متر فوق العتبة يساوى ٥ر٧٠١ ايام

وحينئذ فالزمن الكلى لتفريغ الغدير أو الحوض يكون مساويا ١٨٣ر١٣ يوما + ٥ر٧٠١ أيام = ١٨٨ر١٨٤ يوما

تعيين الارتفاع الذى ينزل اليه استواء ماء المستودع فى زمن معلوم

(بند ٤١)

اذا أريد حساب الارتفاع الذى ينزل اليه استواء ماء حوض منشورى الشكل فى زمن معلوم بفرض عدم اتصاله بمياه واردة اليه وبفرض ان استواء الماء كائن فوق النهاية العليا للمنافذ يستعمل هذا القانون

$$\text{ه} - \text{هَ} = \frac{\text{م ز سَ}}{\text{س}} \sqrt{\text{٢ ج ه}} - \text{٤٫٩٠٤} \, \frac{\text{م}^{٢}\,\text{ز}^{٢}\,\text{سَ}^{٢}}{\text{س}^{٢}} \quad \cdots\cdots\cdots (\text{٣٦})$$

الذى فيه الرموز عين الرموز المتقدمة أعنى فيه ه و هَ ارتفاعا استواء ماء المستودع فوق المنفذ فى ابتداء وانتهاء التصريف و سَ مساحة المنفذ و م عامل التصرف المساوى ٠٫٦٢٥ و ز زمن التفريغ و س مساحة سطح المستودع وحينئذ يكون ه ــ هَ هو الارتفاع الذى ينزل اليه الاستواء مدة الزمن المعلوم ز

(مثال ذلك)

ما الارتفاع الذى ينخفض اليه الاستواء فى مدة دقيقتين أو ١٢٠ ثانية فى حوض هويس منشورى وسطحه ٢٥٠ مترا مربعا وبه منفذان مساحة كل منهما ٠٫٠٣ متر مربع وواقع عليهما ضغط ماء ارتفاعه ١٫٨٠ متر فوق المركز فى ابتداء التصريف

فالجواب عن ذلك ان يقال حيث ان

$$\frac{\text{م ز سَ}}{\text{س}} = \frac{\text{٠٫٦٢٥} \times \text{١٢٠} \times \text{٢} \times \text{٠٫٠٣٠ متر مربع}}{\text{٢٥٠ متر مربع}} = \text{٠٫٠١٨٠}$$

و

$$\sqrt{\text{٢ ج ه}} = \sqrt{\text{١٩٫٥٨} \times \text{١٫٨٠}} = \text{٥٫٩٣ متر}$$

يحدث بمقتضى القانون (٣٦)

$$\text{ه} - \text{هَ} = \text{٠٫٠١٨٠} \times \text{٥٫٩٣} - (\text{٠٫٠١٨٠})^{٢} \times \text{٤٫٩٠٤ متر} = \text{٠٫٩٠٨ متر}$$

وهو المقدار المطلوب

وفى حالة ما تكون المنافذ مصبات يحسب مقدار انخفاض الاستواء فى مدة الزمن المعلوم بهذا القانون

$$\text{ه} - \text{هَ} = \text{ه} \left\{ ١ - \frac{١}{\left(١ + \frac{\text{ز} \times \text{٠ر٢٠٢} - \sqrt{\text{٢ ء ه}}}{\text{س}} \right)^{٢}} \right\} \cdots (٣٧)$$

وفيه الرموز عين الرموز المتقدمة و ب عرض المصب

(مثال ذلك)

ما مقدار انخفاض استواء ماء حوض هويس حبس مسطحه ٢٥٠٠٠٠ متر مربع فى مدة ساعة واحدة أو ٣٦٠٠ ثانية بفرض ان يكون التصريف من مصب عرضه ١٢ مترا وارتفاع الماء فوق عتبته ١ر٨٠ فى ابتداء التصريف

فالجواب عن ذلك ان نقول من القانون (٣٧) يحدث

$$\text{ه} - \text{هَ} =$$

$$\text{١ر٨٠} \left\{ ١ - \frac{١}{\left(١ + \frac{\text{٣٦٠٠} \times \text{٠ر٢٠٢} \times \text{١٢} \sqrt{\text{١٩ر٥٨} \times \text{١ر٨٠}}}{\text{٢٥٠٠٠٠}} \right)^{٢}} \right\}$$

= ٠ر٥٦٣ متر وهو المقدار المطلوب

(تنبيه) متى حصل تغير جسيم فى امتداد سطح الاستواء مدة التصريف فى الحيضان التى تكون قطوعها الافقية متغيرة اى غير ثابتة ينبغى تقسيم الزمن الى مدد صغيرة بحيث يمكن اعتبار المساحة ثابتة فى القانونين المتقدمين

(الزمن اللازم لامتلاء حوض هويس مضاعف معدل المرور)

(بند ٤٢)

فى الهويسات المضاعفة يفرغ الحوض الاعلى فى الاسفل بدون ان يكون الاعلى متصلا بمياه واردة ويحسب الزمن اللازم لصيرورة مياه الحوضين فى استواء واحد بواسطة قانونين

(الاول) فى حالة ما تكون المنافذ مغمورة فى مبدا التصريف كما فى شكل (٩) اذا رمز بالرمزين س و سَ للمساحتين الثابتتين للسطحين العلويين للحوضين الاعلى والاسفل وبحرفى هـ و هَ لارتفاعى الاستواء فوق مركز المنفذ من الامام والخلف فى مبدا التصريف وبحرف سَ١ لمساحة المنفذ أو مجموع مساحتى المنفذين ان كان هناك منفذان وبحرف م لعامل التصرف المساوى ٦٢٥ر٠

فالزمن اللازم لصيرورة مياه الحوضين فى استواء واحد يحسب بهذا القانون

$$\text{ز} = \frac{\text{٤٥١ر٠}\ \text{س}\ \text{سَ}}{\text{م}\ \text{سَ}_{١}\ (\text{س} + \text{سَ})} \sqrt{\text{هـ} - \text{هَ}} \quad \cdots\cdots \ (\text{٣٨})$$

(مثال ذلك ان تقول)

اذا كانت معاليم الهويس المضاعف هى

س = ٢٠٥ متر مربع و سَ = ٢١٥ متر مربع و سَ١ = ٢٤٩ر١ متر مربع

و م = ٦٢٥ر٠ و هـ = ١٤ر٤ متر و هَ = ٢٤ر٠ متر

فالزمن اللازم لصيرورة مياه الحوضين فى استواء واحد بمقتضى قانون (٣٨) يكون

$$\text{ز} = \frac{\text{٤٥١ر٠} \times \text{٢٠٥ متر مربع} \times \text{٢١٥ متر مربع}}{\text{٦٢٥ر٠} \times \text{٢٤٩ر١ متر مربع}\ (\text{٢٠٥ متر مربع} + \text{٢١٥ متر مربع})} \times$$

$\sqrt{\text{٤ر١٤} - \text{٠ر٢٤}} = \text{١٢٠}'' = \text{٢}$ دقيقتين

(بند ٤٣)

(الثانى) فى حالة ما يكون منفذ التصريف غير مغمور بأن كان استواء ماء الحوض الاسفل منخفضا عن عتبته فى مبدا التصريف يحسب الزمن الماضى بالابتداء من هذه اللحظة الى اللحظة التى يكون فيها المنفذ مغمورا بهذا القانون

$$\text{ز} = \frac{\text{٠ر٤٥١}\sqrt{\text{س}}}{\text{م}\ \text{س}_{\text{١}}}\left(\sqrt{\text{س ه}} - \sqrt{\text{س ه} - \text{سَ}\left(\text{هَ}_{\text{١}} + \text{ه}_{\text{١}}\right)}\right) \quad \text{.................. (٣٩)}$$

الذى فيه س وسَ وه وم و $\text{س}_{\text{١}}$ دالة على الرموز المتقدمة فى القانون (٣٨) واما $\text{هَ}_{\text{١}}$ فهو رمز لاستواء ماء الحوض الاسفل تحت العتبة فى مبدا التصريف و $\text{ه}_{\text{١}}$ نصف ارتفاع المنفذ

وبالابتداء من هذه اللحظة المتحصلة بالقانون المتقدم يحسب الزمن اللازم لامتلاء الحوض الاسفل على مقتضى المسئلة المتقدمة بقانون (٣٨)

(مثال ذلك ان تقول)

ما الزمن اللازم لرفع استواء ماء الحوض الاسفل بالابتداء من ٣٠ر٠ متر تحت مركز المنفذ الى العتبة العليا له بفرض ان ارتفاع المنفذ يساوى ٧٠ر٠ متر مع فرض ان معاليم الهويس المضاعف هى المقررة فى المثال المتقدم

فالجواب ان يقال من حيث ان $\text{ه}_{\text{١}} + \text{هَ}_{\text{١}} = \text{٦٥ر٠}$ متر يكون

$$\text{ز} = \frac{\text{٠ر٤٥١}\sqrt{\text{٢٠٥}}}{\text{٠ر٦٢٥} \times \text{١ر٢٤٩}} \times \left(\sqrt{\text{٢٠٥} \times \text{٤ر١٤}} - \sqrt{\text{٢٠٥} \times \text{٤ر١٤} - \text{٢١٥} \times \text{٠ر٦٥}}\right) = \text{٢١}''$$

وهو الزمن المطلوب

تعيين الزمن اللازم لامتلاء حوض بواسطة حوض.
آخر يكون استواء الماء فيه ثابتا

(بند ٤٤)

حيث ان المنفذ فى مبدا الصرف غير مغمور يحسب أولا الزمن اللازم لصيرورة استواء ماء الحوض الى ارتفاع مركز المنفذ بهذا القانون

$$ز = \frac{س هَ}{م سَ_١ \sqrt{٢ج هـ}} \cdots\cdots\cdots (٤٠)$$

الذى فيه س رمز لمساحة سطح استواء الماء فى الحوض و هَ رمز لانخفاض استواء الماء فيه عن مركز المنفذ و سَ١ مساحة المنفذ و م عامل التصرف بالنسبة للمنفذ المذكور و هـ للارتفاع الثابت لاستواء ماء الحوض فوق مركز المنفذ المذكور

واذا علم ذلك وأبقيت الرموز المتقدمة على ماهى عليه يحسب الزمن اللازم لرفع الاستواء بالابتداء من مركز المنفذ المذكور الى الارتفاع الثابت للحوض بهذا القانون

$$ز = \frac{٠٫٤٥١ س}{م سَ_١} \sqrt{هـ} \cdots\cdots\cdots (٤١)$$

(مثال ذلك ان تقول)

اذا أريد رفع ماء الحوض المرتفع فى مبدا الاحر الى ارتفاع عتبة المنفذ الذى ارتفاعه ٦٥ر٠ متر الى ارتفاع قدره ٣٢٥ر٢ متر وهو الارتفاع الثابت لاستواء ماء الحوض فوق مركز المنفذ المذكور فما يكون مقدار الزمن اللازم لامتلاء الحوض المذكور

فالجواب ان نقول اذا كانت معاليم الحوض هى

س = ٣٢٥ مترا مربعا و سـ = ٢٥٨ر١ متر مربع و م = ٦٢٥ر٠

فيوجد

(أولا) من ابتداء التصريف الى اللحظة التى يكون فيها المنفذ مغمورا

فى الماء الغاية مركزه بمقتضى قانون (٤٠)

$$ز = \frac{٠٫٣٢٥ \times ٣٢٥}{٠٫٦٢٥ \times ١٫٢٥٨ \times \sqrt{١٩٫٥٨ \times ٣٫٢٥}} = ٢٠''$$

(وثانيا) ان الزمن بالابتداء من هذه اللحظة الى اللحظة التى يكون فيها الاستوا آن على ارتفاع واحد بمقتضى قانون (٤١) يكون

$$ز = \frac{٣٢٥ \times ٠٫٤٥١}{١٫٢٥٨ \times ٠٫٦٢٥} \sqrt{٢٫٢٥} = ٢٧٩''$$

وبناء عليه يكون الزمن الكلى لامتلاء الحوض

$$ز_{١} = ٢٠'' + ٢٧٩'' = ٢٩٩'' = ٤' \; ٥٩''$$ وهو الزمن المطلوب

وقس على ذلك

(بند ٤٥)

واذكر لك مسئلتين كثيرا ما يطلب حلهما فنقول

(المسئلة الاولى)

اذا كان هناك حوض أو مستودع ما ملآن بالماء ومركب عليه ثلاث حنفيات لوفتحت الاولى وحدها الفرغته فى الزمن $ز_{١}$ ولوفتحت الثانية وحدها الفرغته فى الزمن $ز_{٢}$ ولوفتحت الثالثة وحدها الفرغته فى الزمن $ز_{٣}$ والمطلوب معرفة الزمن ز الكافى لتفريغ الحوض المذكور لوفتحت الثلاث حنفيات معا

فالجواب ان نقول الزمن المطلوب ز يتعين بهذا القانون

$$ز = \frac{ز_{١} \times ز_{٢} \times ز_{٣}}{ز_{١}ز_{٢} + ز_{١}ز_{٣} + ز_{٢}ز_{٣}} \qquad (٤٢)$$

والقاعدة اذا زاد عدد الحنفيات عن ثلاث فالزمن المطلوب يتعين بخارج قسمة حاصل ضرب أزمنة تفريغ الحنفيات جميعها فى بعضها على مجموع حواصل ضرب أزمنة الحنفيات ثلاثة ثلاثة ان كان عدد الحنفيات أربعة

أو اربعة اربعة ان كان عدد الحنفيات خمسا وهكذا

(مثال ذلك ان نقول)

اذا فرض حوض ملآن بالماء ومركب عليه ثلاث حنفيات وكانت الاولى تفرغه وحدها فى مدة ١٢٠٠ ثانية والثانية فى ١٨٠٠ ثانية والثالثة فى ٢٤٠٠ ثانية والمطلوب معرفة الزمن اللازم لتفريغ الحوض المذكور اذا فتحت الثلاث حنفيات معا

فالجواب ان يقال ان مقدار الزمن ز المطلوب بمقتضى قانون (٤٢) يكون

$$ز = \frac{١٢٠٠ \times ١٨٠٠ \times ٢٤٠٠}{١٢٠٠ \times ١٨٠٠ + ١٢٠٠ \times ٢٤٠٠ + ١٨٠٠ \times ٢٤٠٠} = ٥٥٣٫٨٤$$

$$= ٩ \; ١٣٫٨٤$$

(المسئلة الثانية ان نقول)

اذا كان هناك حوض متصل بمجرى ايراد كافية لان تملأه فى زمن قدره زَ وبأسفله حنفية مصرف كافية لان تفرغه فى زمن قدره زً (بشرط أن يكون زَ أصغر من زً) وكان المطلوب معرفة الزمن اللازم لملء الحوض المذكور اذا اسلطت عليه مياه مجرى الايراد وفتحت حنفية المصرف فى آن واحد

فالجواب ان يقال ان الزمن المطلوب ز يستخرج مقداره بهذا القانون

$$ز = \frac{زَ \times زً}{زً - زَ} \;\cdots\cdots\; (٤٣)$$

(مثال ذلك ان نقول)

اذا كان زً = ١٢٠٠ و زَ = ٦٠٠ فالزمن المطلوب يكون

$$ز = \frac{١٢٠٠ \times ٦٠٠}{١٢٠٠ - ٦٠٠} = ١٢٠٠ = ٢٠$$

واذا كان الزمن المطلوب ز هو اللازم لملء $\frac{\text{م}}{\text{هـ}}$ جزء من الحوض فمقدار الزمن ز المذكور يكون

$$\text{ز} = \frac{\text{م} \times \text{زَ} \times \text{زً}}{\text{هـ}(\text{زَ} - \text{زً})}$$

ولو فرضت معالم المسئلة المتقدمة باقية على حالها وطلب الزمن اللازم لملء ثلث الحوض المذكور ففي هذه الحالة يكون م = ١ و هـ = ٣ وبناء عليه يكون

$$\text{ز} = \frac{١ \times ١٢٠٠ \times ٦٠٠}{٣(١٢٠٠ - ٦٠٠)} = ٤٠٠\text{ً} = ٦\text{َ}\ ٤٠\text{ً}$$

وقس على ذلك ماشئت من الامثلة

جدول يحتوى على تحويل حجوم الوحدات المختلفة من المياه الى حجوم أخر واثقال كالمبين به

اسماء	مكعبات	حجوم بالنسبة للمتر المكعب	حجوم باللتر	اثقال بالكيلوجرام		اثقال بالرطل المصري والقنطار		
				جرام	كيلوجرام	درهم	رطل	قنطار
متر مكعب	١٫٠٠٠	١٫٠٠٠	١٠٠٠	٠٠	١٠٠٠	٣٢	٢٢	٢٢
ذراع مكعب معماري	١٫٠٠٠	٠٫٤٢١٨٧٥	٤٢١٫٨٧٥	٨٧٥	٤٢١	٧٢	٣٧	٠٩
قدم مكعب فرنساوي	١٫٠٠٠	٠٫٠٣٤٢٧٧٤	٣٤٫٢٧٧	٢٧٧	٠٣٤	٢٤	٧٦	٠٠
قدم مكعب انكليزي	١٫٠٠٠	٠٫٠٢٧	٢٧٫٠٠	٠٠٠	٢٧	٠٠	٦٠	٠٠

(المياه الجارية)

(بند ٤٦)

المياه الجارية اما أن تكون جارية من طبيعتها كالماء الجارى من مياه الامطار التى تنصب الى محلات اخفض من محل انصبابها وبذلك يتكون عنها مايسمى بالنهران صب ماؤه فى البحر أو مايسمى بالنهيران صب ماؤه فى النهر واما أن تكون جارية فى مجار مصنوعة بأيدى الآدميين فتسمى فى هذه الحالة خلجانا أوترعا وان كان المجرى أقل من الترعة يسمى مسقاة فقناة وفى هاتين الحالتين تكون المياه مكشوفة واما أن تكون المياه الجارية محجوزة فى أنابيب توصلها الى مكان معلوم

(الخلجان)

(بند ٤٧)

الخلجان تخالف الانهر وتوابعها وذلك ان مجرى الخلجان محفورة بانحدار وقطع ثابت فى جميع طولها وبناء عليه يكون مجسم الماء الجارى فيها فى أوقات متساوية واحدا وأما الانهر فبخلاف ذلك لاختلاف انحداراتها وقطوعها من محل الى محل آخر

وأبسط حالات التحرك الدائم للمياه فى الخلجان المكشوفة أى التى يكون فيها التيار مماسا للجو هى حالة التحرك المنتظم الذى فيه يكون التيار المعتبر بين حدود معينة مركبا من خطوط متوازية ومستقيمة تقريبا وأجزاؤه مندفوعة بسرعة ثابتة فى امتداد كل من هذه الخيوط وان تغيرت من خيط الى خيط آخر

(بند ٤٨)

ولنذكر قبل الدخول فى تحرك المياه فى الخلجان الابعاد المتعلقة بالخلجان على سبيل التعريف ونبين رموزها التى نستعملها ومقاديرها فنقول

الانحدار الكلى للخليج هو فرق التوازن بين نقطة من مبدا قاع الخليج والنقطة المقابلة لها من القاع المذكور فى النهاية الاخرى له بمعنى انه اذا مررنا من نقطة الابتداء المذكورة خط أفقى وأنزل عليه عمود من النقطة الاخرى المقابلة لها من النهاية الاخرى فمقدار جزء العمود المحصور بين نقطة الانتهاء المذكورة والخط الافقى السالف الذكر يكون هو مقدار

الانحدار الكلي المذكور ويرمز له بالرمز أ

واذا قسم الانحدار الكلي أ على مقدار طول الخليج أي الطول الواقع بين نقطتي الابتداء والانتهاء المرموز له بالرمز ل فالخارج يكون هو مقدار الانحدار في كل متر من الطول وبناء عليه اذا رمز للانحدار المذكور بالرمز م يكون الانحدار في كل متر من الطول مبينا بهذا القانون

$$م = \frac{أ}{ل} \cdots\cdots (٤٤)$$

ومقدار الانحدار الكلي أ يعلم اما بواسطة الميزانية أو بواسطة الطرق الآتية بعد عند التكلم على قانون تحرك المياه في الخلجان

والقطع المائي للخليج أو أي مجرى كان هو السطح الحادث من قطع مجسم الماء بمستو عمودي على اتجاه التيار ويرمز لهذا القطع بالرمز ق فاذا كان قطع الخليج مستطيلا ورمز لقاعدته التي هي عرض الخليج بالرمز ب ولارتفاعه بالرمز ف يكون ق = ب ف

واذا كان القطع شبه منحرف ورمز لقاعدته السفلى التي هي العرض الاسفل للخليج بالرمز ب ولارتفاعه بالرمز ف وللنسبة الكائنة بين قاعدة الميل وارتفاعه بالرمز د يكون القطع ق = (ب + د ف) ف

ويسمون بالمحيط المبلول أو المحيط المغمور المجموع المتكون من عرض الخليج ومن مجموع الجزءين المبلولين من جنبيه ويرمز له بالرمز ح فان كان الخليج مستطيلا يكون مقدار المحيط المبلول ح = ب + ٢ ف وان كان القطاع شبه منحرف وباقي الرموز على حالها يكون المحيط المبلول

$$ح = ب + ٢ ف \sqrt{١ + د^{٢}}$$

ويسمون النسبة الكائنة بين القطع المائي ق والمحيط المبلول ح بنصف القطر المتوسط واذا رمز لنصف القطر المذكور بالرمز نق يكون

$$نق = \frac{ق}{ح} \cdots\cdots (٤٥)$$

(بند ٤٩)

وقبل

وقبل الشروع فى المقصود نذكر بعض قوانين هندسية يؤخذ منها مقدار بعض امتدادات الخليج قطعه شبه منحرف فى حالة ما اذا علمت النسبة الكائنة بين قاعدة الميل وارتفاعه اذ بواسطتها يسهل حل المسائل المتعلقة بالخلجان المذكورة وقبل سرد تلك القوانين نبين الرموز الداخلة فيها فنقول

ب رمز للقاعدة السفلى من القطع

و بَ رمز للقاعدة العليا من القطع

و ف رمز لارتفاع القطع

و ض { رمز لطول ضلع القطع أى طول ضلع شبه المنحرف المغمور بالماء من جنب الخليج

و ن { رمز للنسبة الكائنة بين قاعدة الميل وارتفاعه ولو فرض ان نسبة قاعدة الميل الى ارتفاعه كنسبة ٣ الى ٢ يكون ن = ٣/٢ ولو فرض ان النسبة بينهما كنسبة ٥ الى ٦ يكون ن = ٥/٦ ولو فرض ان النسبة بينهما كنسبة ٣ الى ١ يكون ن = ٣/١ = ٣ وقس على ذلك

وأما باقى رموز القطع والمحيط المبلول ونصف القطر المتوسط فهى على ما هى عليه حسبما سبق الرمز لها به وها هى القوانين المذكورة

فالكمية المراد معرفتها هى	اذا كان المعلوم
بَ = ب + ٢ ن ف ....(ب)	ب و ن و ف
ب = بَ ــ ٢ ن ف .... (ج)	بَ و ن و ف
ق = (ب + ن ف) ف ... (د)	ب و ن و ف
ق = (بَ ــ ن ف) ف ..... (هـ)	بَ و ن و ف
ض = ف √(١ + ن²) .... (و)	بً و ن و ف
ف = (بَ ــ ب) / ٢ن ..... (س)	ب و بَ و ن
ح = ب + ٢ ف √(١ + ن²) .... (ص)	ب و ن و ف

بَ و ى و ف   ع = بَ + ٢ ف (√(١ + ى^٢) − ى) (ط)

ب و ى و ف   نق = (ب + ى ف) ف ÷ (ب + ٢ ف √(١ + ن^٢)) .... (ك)

بَ و ى و ف   نق = (بَ − ى ف) ف ÷ (بَ + ٢ ف (√(١ + ى^٢) − ى)) .. (ى)

(الكلام على سرع جريان الماء فى الخلجان أو فى المجارى المكشوفة)

(بند ٥٠)

قد وجد بالتجاريب التى أجراها أشهر المهندسين ان سرع المياه الجارية فى أى مجرى كان لجميع النقط المختلفة التى تكون على خط واحد رأسى من سمك الماء مختلفة بمعنى ان سرعة السطح الاعلى لتيار الماء المرموز لها بالرمز ع تختلف عن سرعة التيار نحو منتصف عمق الماء الجارى المسماة بالسرعة المتوسطة المرموز لها بالرمز عم وان كلا من السرعتين المذكورتين يختلف عن السرعة فى نحو القاع التى يرمز لها بالرمز قع

فاذا علم قطع الخليج ق وطوله ل والانحدار الكلى ا والمحيط المغمور ح فقدار السرعة المتوسطة يعلم بهذا القانون

عم = ٥٦٫٨٦ √(ق ا ÷ ح ل) − ٠٫٠٧٢ ..... (٤٦)

فمثلا اذا كان المطلوب تعيين السرعة المتوسطة للماء فى قناة من بناء قطعها مستطيل قاعدته ٣٫٠٠ متر وارتفاعه ١٫١٠ متر وطولها ١٥٠٫٠٠ متر والانحدار الكلى لهذا الطول ٠٫٠٧٥ متر يقال من حيث ان مساحة القطع ق = ٣٫٠٠ × ١٫١٠ = ٣٫٣٠ متر مربع والمحيط المغمور ح = ٣٫٠٠ + ٢ × ١٫١٠ = ٥٫٢٠ متر فيكون

ق ÷ ح = ٣٫٣٠ ÷ ٥٫٢٠ = ٠٫٦٣٤ و ا ÷ ل = ٠٫٠٧٥ ÷ ١٥٠٫٠٠ = ١ ÷ ٢٠٠٠

و √(ن/ع × ا/ل) = √(٠٦٣٤ر٠ × ١/٢٠٠٠) = ٠١٧٨ر٠

فمقدار السرعة المتوسطة يكون عم = ٨٦ر٥٦ × ٠١٧٨ر٠ ــ ٠٧٢ر٠ = ٩٤٠ر٠ متر وهو المطلوب .

* (الارتباط الواقع بين السرعة المتوسطة والسرعة السطحية) *

اذا لم يمكن عمل ميزانية مجرى المياه فى امتداد كاف منها تعين السرعة المتوسطة بعد معرفة السرعة السطحية للماء المقاسة فى أعظم تيار يوجد بها بواسطة النسب الآتية المعلومة بالتجاريب العديدة وهى

السرعة السطحية	١٠ر٠ متر	٥٠ر٠ متر	٠ر١ متر	٥٠ر١ متر	٢٠ر متر	٥٠ر٢ متر	٠ر٣ متر	٥٠ر٣ متر	٠ر٤ متر
النسبة الكائنة بين السرعة المتوسطة والسرعة السطحية	٧٦٠ر٠	٧٨٦ر٠	٨١٢ر٠	٨٣٤ر٠	٨٤٨ر٠	٨٦٢ر٠	٨٧٣ر٠	٨٨٣ر٠	٨٩١ر٠

وحينئذ متى علمت السرعة السطحية فلايجاد السرعة المتوسطة يضرب مقدار تلك السرعة فى النسبة المقابلة لها كما فى هذا الجدول وحاصل الضرب يكون هو مقدار السرعة المتوسطة المطلوبة

ومتى كانت السرعة السطحية منحصرة بين ٢٠ر٠ متر و ٥٠ر١ متر فينبغى في
في الاعمال المعتادة ان تؤخذ النسبة بين السرعة المتوسطة والسرعة
السطحية ٨٠ر٠

وبناء عليه يكون مقدار السرعة المتوسطة معينا في هذه الحالة بهذا
القانون

$$ع_م = ٨٠ر٠ \; ع \; \cdots\cdots\cdots (٤٧)$$

ومن هذا القانون يشاهد ان السرعة المتوسطة في حالة ما اذا كانت السرعة
السطحية منحصرة ما بين ٢٠ر٠ متر و ٥٠ر١ متر تعادل أربعة أخماس
السرعة السطحية

أما سرعة القاع فتتعين بهذا القانون

$$قع = ٢ ع_م - ع \; \cdots\cdots\cdots (٤٨)$$

(بيان المقادير التي يمكن اعطاؤها للسرعة في قاع
الترعة بحيث لا يحصل منها اتلاف القاع)

(بند ٥١)

الجدول الآتي يبين النهايات العظمى التي يمكن اعطاؤها للسرعة في قاع
الترع بحسب جنس الاراضي بحيث لا ينشأ عنها تخريب القاع

جنس الاراضي	الحدود المعينة للسرع
أراضي رطبة زرقاء	٠٧٦ر٠ متر
أراضي ابليزية طرية	١٥٢ر٠
أراضي رملية	٣٠٥ر٠
أراضي مكونة من زلط صغير	٦٠٩ر٠
أراضي مكونة من حصى	٩١٤ر٠
أحجار مكسرة صوانية	٢٢٠ر١
حصى مختلط بمواد أخرى	٥٣٠ر١
صخور متكونة من راقات	٨٣٠ر١

صخور صلبة أى حجر جاود ٣٫٠٥٠

(بند ٥٢)

واذا لم تعلم ابعاد الترع يتعين مقدار السرعة المتوسطة بهذا القانون

ع م = ٣٣ر١ قع ٠٠٠٠٠ (٤٩)

الذى فيه قع رمز انهاية السرعة التى تحملها طبيعة القاع التى يتعين مقدارها من الجدول السابق بالنظر لجنس الاراضى فاذا كانت الاراضى من الزلط يكون قع = ٦٠٩ر٠

وبناء عليه يكون ع م = ٣٣ر١ × ٦٠٩ر٠ متر = ٨١ر٠ متر

(تناسب ابعاد الترع)

(بند ٥٣)

اذا كانت الترعة مصنوعة من الخشب أو من بناء بجنبين رأسيين فلاجل تقليل مقاومة الجنبين لتحرك المياه المتسبب عنه تقليل السرعة يجب أن يكون ارتفاع الماء فيها نصف عرض القاع

واذا كانت الترعة مصنوعة فى الاراضى الطينية يكون عرض القاع مساويا لاربعة أو خمسة أو ستة أمثال ارتفاع الماء فيها او يكون جنباها مائلين

وقد يجعل فى العادة ى أى النسبة الكائنة بين قاعدة الميل وارتفاعه ٥٠ر٠ فى الجنبين اللذين يكونان من الطين ومكسوين بالاحجار الجافة

وفى الجنبين اللذين يكونان من الطين فقط يجعل ى = ١ وفى الرمال أو الاراضى السيالة التى تنهال يجعل ى = ٢

(قياس السرعة السطحية للماء المتحرك فى ترعة أو نهر أو أى مجرى مكشوف)

(بند ٥٤)

حيث تقدم ان كلا من السرعة المتوسطة وسرعة القاع متعلق بالسرعة السطحية وجب علينا حينئذ أن نذكر كيفية قياس السرعة السطحية للماء

الجارى فى أى ترعة أو نهر أو أى مجرى مكشوف فنقول

ابسط الطرق المستعملة فى قياس السرعة السطحية هى ان يؤخذ جسم عوام كقرعة أو زجاجة أو قطعة من خشب الفلين أو كرة من صفيح أو من نحاس مجوفة مثقلة بخردق من رصاص أو من خلافه بحيث انها اذا وضعت فى الماء المراد تقدير سرعته تنغمر فيه ولا يظهر من سطحها الا جزء قليل لاجل عدم تأثير ضغط الهواء عليها ثم بعد ذلك تقدر مسافة طولية على الشاطئ فى محاذاة الجزء الذى يراد فيه تقدير السرعة من المجرى فى المحل الاعظم تيارا وتعلم نهايتاها ثم يوضع الجسم العوام المذكور حينئذ فى المجرى بالقرب من وسط التيار لا بالقرب من الشاطئ لقلة السرعة هنالك ويكون الوضع من فوق التيار من قبل نقطة الابتداء بمسافة عظيمة على قدر الامكان بحيث ان الجسم متى وصل فى تحركه المطلق مع الماء الى محاذاة نقطة الابتداء يكون قد انتظم سيره مع التيار ووقتئذ يبتدأ بعد الزمن بواسطة ساعة مضبوطة يكون لها عقرب ثوان ومتى وصل الجسم المذكور الى نقطة الانتهاء وهى الثانية المعلمة تحت التيار ينتهى حينئذ بعد الزمن ثم بعد ذلك تقسم المسافة المعينة على عدد الثوانى المعدودة على الساعة المطابق لقطع الجسم العوام تلك المسافة وخارج القسمة الناتج يكون هو مقدار السرعة السطحية فى المحل المذكور ثم تكرر تلك العملية عدة مرات وفى كل مرة يعلم مقدار السرعة على الوجه المذكور ثم يؤخذ متوسط نواتج التقدير فيكون هو مقدار السرعة السطحية المطلوبة لكن يلزم ان تكون المسافة المقاسة على الشاطئ عظيمة

واذا رمز للسرعة السطحية بالرمز ع كما تقدم وللمسافة الطولية المقيسة بالرمز هـ والعدد الثوانى المطابقة لقطعها بالرمز ز يكون حينئذ مقدار السرعة السطحية معينا بهذا القانون

$$ع = \frac{هـ}{ز} \quad ....\ (٥٠)$$

ومنطوق

ومنطوق هذا القانون هو ان السرعة السطحية تساوى خارج قسمة المسافة هـ على زمن قطعها ز المبين بعدد الوحدات الزمانية فلو فرض مثلا ان المسافة التى قطعها الجسم العوام بحركة المطلق فى التيار فى مدة ٥٠ ثانية هى ١٠٠ متر يكون حينئذ مقدار السرعة السطحية ع = $\frac{١٠٠}{٥٠}$ متر = ٢٫٠٠ متر وقس على ذلك

(بند ٥٥)

اذا تقرر ماذكر بجمعه فها القانونين المتعلقين بحركة المياه فى الخلجان اللذين بواسطتهما تحل جميع المسائل المتعلقة بذلك

$$\text{نق}\ \text{ر} = \text{و}\ \text{ع}_\text{م} + \text{وَ}\ \text{ع}_\text{م}^{٢} \cdots\cdots (٥١)$$

و

$$\text{ت} = \text{ق} \times \text{ع}_\text{م} \cdots\cdots\cdots\cdots (٥٢)$$

وفيهما نق رمز لنصف القطر المتوسط وهو يساوى $\frac{\text{ق}}{\text{ح}}$ كما تقدم و ر رمز للانحدار فى كل متر من الطول لـ و $\text{ع}_\text{م}$ رمز للسرعة المتوسطة و ق رمز للقطع المائى و و و وَ كميتان ثابتتان معلومتان بالتجربة ومقاديرهما بناء على تجاريب الشهير برونى هى و = ٠٫٠٠٠٠٢٤ و وَ = ٠٫٠٠٠٣٦٦ و ت رمز للتصرف فى مدة ثانية

اذا علمت ماذكر بجميعه نذكر لك بعض مسائل متعلقة بحركة المياه فى الخلجان والمجارى المكشوفة المنتظمة القطع والانحدار فنقول

(المسئلة الاولى)

اذا كان المراد انشاء ترعة فى أرض صلبة طولها ١٥٠٠ متر وعرضها الاسفل ٣٫٠٠ متر بحيث يكون تصريفها فى الثانية الواحدة ٤٫٠٠ متر مكعب والماء يسير فيها بارتفاع منتظم قدره ٠٫٨٠ متر فما يكون مقدار الانحدار الكلى اللازم تعيينه لقاع الخليج بحيث يكون تصريفه كما ذكر

فالجواب عن ذلك ان نقول من حيث ان الارض صلبة كما تقرر يكون ﻫ = ٠ واذن ب = بَ انظر قانون (ب) و (ح) والقطع يكون حينئذ

مستطيلا قاعدته ٣ متر وبناء عليه يكون القطع

ں = ٣ر٠٠ × ٠ر٨٠ متر = ٢ر٤٠ متر مربع

والمحيط المبلول بمقتضى قانون (صـ) يكون ح = ٣ + ٢ × ٠ر٨٠ متر = ٤ر٦٠ متر

ونصف القطر المتوسط يكون

نق = ں / ح = ٢ر٤٠ متر مربع / ٤ر٦٠ متر = ٠ر٥٢١

ومن القانون (٥٢) يحدث

ع / ١ = ت / ں = ٤ر٠٠ متر مكعب / ٢ر٤٠ متر مربع = ١ر٦٦ متر

واذا بدلت الاشياء بمقاديرها فى قانون (٥١) مع ملاحظة مقادير و و وَ كما تقرر يصير القانون المذكور هكذا

٠ر٥٢١ × ر = ٠ر٠٠٠٠٢٤ × ١ر٦٦ + ٠ر٠٠٠٣٦٦ × (١ر٦٦)^٢

= ٠ر٠٠١٠٤٨٣٩ ومن ذلك يحدث ر = ٠ر٠٠١٠٤٨٣٩ / ٠ر٥٢١ = ٠ر٠٠٢

فالانحدار الكلى حينئذ بمقتضى قانون (٤٤) يكون ي = ر × ل = ٠ر٠٠٢ متر × ١٥٠٠ = ٣ر٠٠ متر وهو مقدار الانحدار الكلى المطلوب

(المسئلة الثانية)

اذا أنشئ فى أرض صلبة ترعة طولها ١٥٠٠ متر وعرضها من أسفل ٣ر٠٠ والماء يسير فيها بارتفاع منتظم قدره ٠ر٨٠ متر وانحدار القاع فى كل متر من طولها ٠ر٠٠٢ متر والمطلوب معرفة مقدار السرعة المتوسطة والتصرف فى الثانية الواحدة منها

فالجواب ان نقول من حيث ان ں وابعاد القطع هى كما فى المسئلة السابقة يكون

ں = ٢ر٤٠ متر مربع و ح = ٤ر٦٠ متر

و نق = ٠ر٥٢١ وحيث ان ر = ٠ر٠٠٢ متر يكون

نق ر = ٥٢١ر٠ × ٠٠٢ر٠ = ٠٠٠١٠٤٨٣٩ر٠ وبناء على ذلك قانون (٥١)

يصير ٠٠٠١٠٤٨٣٩ر٠ = ٠٠٠٠٠٢٤ر٠ × ع م + ٠٠٠٣٦٦ر٠ × ع م ٢ ومنه يحدث

ع م =

$$- \frac{٠٫٠٠٠٠٠٢٤}{٢ \times ٠٫٠٠٠٠٣٦٦} + \sqrt{\left(\frac{٠٫٠٠٠٠٠٢٤}{٢ \times ٠٫٠٠٠٠٣٦٦}\right)^{٢} + \frac{٠٫٠٠٠١٠٤٨٣٩}{٠٫٠٠٠٠٣٦٦}}$$

= ٦٦ر١ متر

وهو مقدار السرعة المتوسطة المطلوبة

وعليه فمقدار التصرف بمقتضى قانون (٥٢) يكون

ت = ٤٠ر٢ متر مربع × ٦٦ر١ متر = ٩٨ر٣ متر مكعب وهو مقدار التصرف المطلوب.

(المسئلة الثالثة)

المراد انشاء مسقاة في أرض متوسطة الصلابة بشرط أن تكون القاعدة السفلى للقطع ٠٠ر١ متر وانحدار القاع في كل متر من الطول ٠٠٠١ر٠ متر والماء يسير فيها بارتفاع ثابت قدره ٥٠ر١ متر والمطلوب معرفة كمية التصرف من تلك المسقاة في الثانية الواحدة

فالجواب ان نقول حيث ان الارض متوسطة الصلابة فالميل يكون طبيعيا أي ان القطع يكون شبه منحرف نسبة قاعدة ميله الى ارتفاعه كنسبة ١ الى ١ أي ان ن = ١ وحيث ان ب = ١ متر و ف = ٥٠ر١ متر فعلى حسب قانون (ب) يكون بَ = ٠٠ر١ متر + ٢ × ١ × ٥٠ر١ متر = ٠٠ر٤ متر وحيث ان القطع

ق = (ب + بَ)/٢ ف يكون ق = (١ + ٤)/٢ × ٥٠ر١ = ٧٥ر٣ متر مربع

وبمقتضى قانون (ص) يكون المحيط المبلول

ح = ٠٠ر١ + ٢ × ٥٠ر١ $\sqrt{١ + (١)^{٢}}$ = ٢٤٢ر٥ متر وبناء عليه

نق = ق/ح = ٣٫٧٥/٥٫٢٤٢ = ٧١٥ر٠ فاذا يكون

نق ر = ٧١٥ر٠ × ٠٠١ر٠ متر = ٠٠٠٧١٥ر٠ وقانون (٥١) يصير حينئذ

٠٠٠٧١٥ر٠ = ٠٠٠٠٢٤ر٠ ع م + ٠٠٠٣٦٦ر٠ $ع_م^٢$ ومنه يحدث بواسطة

الحل ع م = ٤٣ر١ متر وبمقتضى قانون (٥٢) يكون مقدار التصرف

المطلوب

ت = ٧٥ر٣ × ٤٣ر١ = ٣٦٣ر٣ متر مكعب وهو المطلوب

(المسئلة الرابعة)

اذا أريد انشاء ترعة فى أرض أقل من متوسطة الصلابة قابلة لان تكون فيها نسبة قاعدة الميل الى ارتفاعه كنسبة ٣ الى ٢ أى ى = $\frac{٣}{٢}$ بشرط أن يكون تصرفها فى الثانية الواحدة ٠٠ر٤ متر مكعب وسرعتها السطحية على حسب الاقتضاء تكون ٧٥ر٠ متر وان الماء يسير فيها بارتفاع منتظم قدره ٠٠ر١ متر وكان المطلوب معرفة قاعدتى القطع المائى والانحدار فى كل متر من الطول يقال فى الجواب

من حيث ان مقدار السرعة المتوسطة بمقتضى قانون (٤٧) هو

ع م = ٨٠ر٠ × ٧٥ر٠ متر = ٦٠ر٠ متر ويكون بمقتضى قانون (٥٢)

$$ن = \frac{\text{٠٠ر٤ متر مكعب}}{\text{٦٠ر٠ متر}} = \text{٦٧ر٦ متر مربع}$$

فيكون بمقتضى قانون (د)

$$ب = \frac{ن - ى ف^٢}{ف} = \frac{٦٧ر٦ - ٥٠ر١ (١)^٢}{\text{٠٠ر١ متر}} = \text{١٧ر٥ متر}$$

وهو مقدار العرض الاسفل المطلوب

ومن القانون (هـ) يحدث

$$بَ = \frac{ن + ى ف^٢}{ف} = \frac{\text{٦٧ر٦ + ٥٠ر١ متر} (١)^٢}{\text{٠٠ر١ متر}} = \text{١٧ر٨ متر}$$

وهو مقدار العرض الاعلى المطلوب

ولايجاد مقدار ر اى الانحدار فى كل متر من الطول نقول من حيث انه من القانون (صـ) يحدث

ع = ١٧ر٥ + ٢×٠٠٠ر١٠ متر $\sqrt{}$ ١ + (٥٠ر١)^{٢} = ٧٧ر٨ متر ومن قانون

نق = $\frac{ق}{ع}$ يحدث نق = $\frac{٦٧ر٦}{٧٧ر٨}$ = ٧٦ر٠

فقانون (٥١) يصير حينئذ

٧٦ر٠ × ر = ٠٠٠٠٢٤ر٠ × ٦٠ر٠ + ٠٠٠٣٦٦ر٠ × (٦٠ر٠)^{٢}

= ٠٠٠١٤٦ر٠ ومنه يحدث

ر = $\frac{٠٠٠١٤٦ر٠}{٧٦ر٠}$ = ٠٠٠١٩٢ر٠ متر

وهو مقدار الانحدار المطلوب فى كل متر من الطول

(المسئلة الخامسة)

اذا أريد انشاء ترعة فى أرض متوسطة الصلابة كافية لسقى ٧٩٦٢٦ من الفدادين فى مدة ثمانية أيام بشرط ان الماء يسير فيها بارتفاع ثابت قدره متران بسرعة متوسطة قدرها ٣٠ر٠ متر وكان المطلوب معرفة قاعدتى القطع المائى والانحدار فى كل متر من الطول بعد معرفة ان الفدان الواحد يلزم لسقيه فى كل ثمانية أيام ٢٠٠ متر مكعب من الماء بمعنى انه يلزمه ٢٥ متر مكعب من الماء فى اليوم الواحد وان كمية المياه الضائعة من التبخر الناشئ من حرارة الشمس والاهوية الجوية وتشرب الاراضى هو ٠٤ر٠ متر مكعب فى اليوم الواحد تقريبا

فالجواب ان نقول حيث ان عدد الفدادين ٧٩٦٢٦ فكمية الماء اللازمة لسقيها فى اليوم الواحد تكون

٧٩٦٢٦×٢٥ متر مكعب = ١٩٩٠٦٥٠ متر مكعب

وحيث ان هذه الكمية عبارة عن ٩٦ر٠ من الكمية الواجب تصرفها من الترعة المطلوبة لان الكمية المفقودة من التبخر والتشرب هى ٠٤ر٠ منها وان ٠٤ر٠ تعادل جزأ واحدا من ٢٤ جزأ من ٩٦ر٠ يلزم ان يضم الى الكمية ١٩٩٠٦٥٠ مترا مكعبا الصافية المتقدمة جزء من ٢٤ جزأ منها أى ٨٢٩٤٤

مترا مكعبا فاذن تكون كمية المياه اللازم مرورها من الترعة المذكورة فى مدة يوم واحد أى أربعة وعشرين ساعة هى ٢٠٧٣٥٩٤٫٠ مترا مكعبا وبقسمة هذا المقدار على ٨٦٤٠٠ وهو عدد الثوانى الموجود فى ٢٤ ساعة فالخارج وهو ٢٤ مترا مكعبا يكون هو مقدار التصرف من الترعة المذكورة فى مدة ثانية أعنى يكون ت = ٢٤ مترا مكعبا ومن القانون (٥٢) وهو $\text{ت} = \text{ن} \times \text{ع}_{\text{م}}$ يستخرج

$$\text{ن} = \frac{\text{ت}}{\text{ع}_{\text{م}}} = \frac{\text{٢٤ مترا مكعبا}}{\text{٣٠ر٠ مترا}} = \text{٨٠ مترا مربعا}$$

ولايجاد القاعدة السفلى س نقول من قانون (ى) يحدث

$$\text{س} = \frac{\text{ن} - \text{ه}\,\text{ف}^{٢}}{\text{ف}} = \frac{٨٠ - ١ \times (٢)^{٢}}{٢} = \text{٣٨ مترا}$$

مع ملاحظة ان ه = ١ وهو مقدار القاعدة السفلى المطلوب

ولايجاد سَ نقول من قانون (هـ) يستخرج

$$\text{سَ} = \frac{\text{ن} + \text{ه}\,\text{ف}^{٢}}{\text{ف}} = \frac{٨٠ + ١ \times (٢)^{٢}}{٢} = \text{٤٢ مترا}$$

وهى القاعدة العليا المطلوبة

ولايجاد الانحدار فى كل متر من الطول نقول من قانون (ص) يحدث

$$\text{ح} = \text{٠٠ر٣٨ مترا} + ٢ \times \text{٠٠ر٢ متر} \sqrt{١ + (\text{٠٠ر١})^{٢}} = \text{٦٦ر٤٣ مترا}$$

وبناء عليه يكون

$$\text{نق} = \frac{\text{٨٠ متر مربع}}{\text{٦٦ر٤٣}} = \text{٨٣٢٣ر١}$$

ومن القانون (٥١) يحدث

$$\text{م} = \frac{\text{و}\,\text{ع}_{\text{م}} + \text{وَ}\,\text{ع}_{\text{م}}^{٢}}{\text{نق}}$$

وبتبديل الرموز بمقاديرها يحدث

$$ر = \frac{٠٫٠٠٠٠٢٤ \times ٠٫٣٠ + ٠٫٠٠٠٣٦٦ \times (٠٫٣٠)^{٢}}{١٫٨٣٢٣} = ٠٫٠٠٠٠٢ \text{ متر}$$

وهو الانحدار المطلوب وضعف هذا الانحدار ناشئ من ضعف السرعة

(المسئلة السادسة)

المطلوب معرفة عدد الفدادين التي تسقيها المياه الجارية بارتفاع ثابت قدره متران في ترعة محفورة فيها القاعدة العليا للقطع المائي ٤٢٫٠٠ مترا والقاعدة السفلى ٣٨٫٠٠ مترا والسرعة المتوسطة للماء الجاري ٠٫٣٠ متر

فلحل ذلك نقول من حيث ان القطع شبه منحرف يكون

$$ن = \frac{ب + ب}{٢} \times ف = \frac{٣٨ + ٤٢}{٢} \times ٢٫٠٠ = ٨٠ \text{ مترا مربعا}$$

وحيث ان $ت = ن \times ع_{م}$ يكون $ت = ٨٠٫٠٠ \times ٠٫٣٠ = ٢٤٫٠٠$ مترا مكعبا

وهو مقدار التصرف مدة ثانية

وأما مقدار التصرف مدة يوم واحد أي ٢٤ ساعة فيكون

٢٤٫٠٠ مترا مكعبا × ٨٦٤٠٠ أي ٢٠٧٣٦٠٠٫٠٠ متر مكعب

وحيث ان مقدار الضائع من التبخر والتشرب في اليوم الواحد هو ٠٫٠٤ متر مكعب يكون مقدار الكمية الضائعة في يوم واحد هو

٢٠٧٣٦٠٠٫٠٠ متر مكعب × ٠٫٠٤ = ٨٢٩٤٤ مترا مكعبا وبطرح هذه الكمية من الكمية المنصرفة يكون الباقي وهو ١٩٩٠٦٥٦ مترا مكعبا هو مقدار كمية الماء التي تصل لسقي عدد الفدادين المعلوم في مدة ٢٤ ساعة وبناء عليه يكون مقدار المنصرف لسقي تلك الفدادين في مدة ثمانية ايام هو ١٩٩٠٦٥٦ × ٨ متر مكعب وبقسمة هذا المقدار على ٢٠٠٫٠٠ متر مكعب التي هي كمية الماء اللازمة لسقي فدان واحد في ثمانية أيام يكون

الخارج هو عدد الفدادين المطلوبة أعنى ان عدد الفدادين المطلوب يكون مساويا

$$\frac{١٩٩٠٦٥٦ \text{ مترا مكعبا} \times ٨}{٢٠٠ر٠٠ \text{ مترا مكعبا}} = \frac{١٩٩٠٦٥٦ \text{ مترا مكعبا}}{٢٥ \text{ مترا مكعبا}} = ٧٩٦٢٦$$

٠٠ر٦٥٦

وهو مقدار عدد الفدادين المبحوث عنه وهذه المسئلة عكس الخامسة وقس على ذلك ماشئت من الاسئلة والامثلة المتعلقة بحركة المياه فى الترع والخلجان والمساقى والمجارى المكشوفة

(ملحوظات تتعلق بالانهر)

(بند ٥٦٨)

لما كانت الترع والخلجان من المجارى الصناعية التى يحفرها الناس لتوصيل المياه الى الاراضى لاجل الانتفاع بها أو لصرفها عنها اقتضى الحال الاهتمام بها والتوسعة فى شرح مايختص بها ليكون فى ذلك كفاية للغرض المقصود واما الانهار فمن حيث انها غير صناعية وتكونها ناشئ من تأثير سيلان مياه الامطار فى المجارى والوديان وجب علينا ان لا نوسع الكلام فى هذا المختصر على مايختص بها وتقاس سرعها بأنواعها على ما بيناه منها فى المجارى المكشوفة فى مبحث الترع والخلجان ولا نذكر هنا الا بعض ملحوظات فى الانهر فنقول

تحرك المياه فى الخلجان يكون منتظما لثبات ابعادها فى جميع امتدادها وأما الانهار فبخلاف ذلك لان ماء النهر يأخذ فى الزيادة من منبعه الى مصبه على حسب الفروع التى تصب فيه وبسبب ذلك يحدث بين كل فرعين تغير فى بعض الابعاد ينشأ عنه عدم انتظام الحركة كما ذكر

وبناء على ماذكر اذا توهمنا جملة قطوع عرضية عمودية على اتجاه التيار فتكون مختلفة وكمية المياه المارة من أحدها فى زمن ما تمر من كل من بقية القطوع المذكورة فى الزمن المذكور فحينئذ تكون السرع متناسبة تناسبا عكسيا لتلك القطوع المناسب كل منها لعرضه وعمقه وبناء عليه اذا

اتحدت عروض القطوع فالسرع تكون متناسبة تناسبا عكسيا للاعماق
واذا اتحدت الاعماق واختلفت العروض فالسرع تكون متناسبة
تناسبا عكسيا للعروض

واذا قطع ماء النهر بمستو عمودي على اتجاه التيار يشاهد ان خط القطع
يكون منحنيا الى أعلى أى محدبا ومرتفعا من نحو الوسط وهابطا من جهتي
الشاطئ من غير تماثل من الجهتين والسرع فى نقط خط القطع تكون
مختلفة واعظمها فى الجزء المرتفع منه

(بند ٥٧)

وحيث تقدم ان مقدار التصرف ت = ں × ع

المركب من الكميتين ں و ع وقد سبق التكلم على ما يختص بتعيين ع
فى مبحث الخلجان فلم يبق علينا حينئذ سوى معرفة كيفية تعين مساحة قطع
ماء النهر وحيث ان قطع ماء النهر ليس منتظما وجب علينا ان نذكر كيفية
لحساب قطع مجرى الانهر فنقول

(الكيفية التقريبية لتعيين مساحة القطع المائى للنهر)

(بند ٥٨)

لاجل تعيين مساحة القطع المائى للنهر فى أى محل كان منه تأخذ اتجاها
يكون عموديا على اتجاه التيار فى المحل المعتبر ثم تقيس على هذا الاتجاه
بواسطة خيط معلق فيه جسم ثقيل مثلا الارتفاعات المختلفة لنقط السطح
الاعلى للماء عن القاع التى تكون على ابعاد معينة من الشاطئ المبتدا منه
الى الشاطئ الآخر ثم بعد ذلك ترسم على الورق بالقلم الرصاص صورة القطع
المذكور بواسطة مقياس اختصارى بأن ترسم خطا أفقيا وتأخذه بقدر
العرض الاعلى لسطح ماء النهر الذى على حسبه أخذت الارتفاعات ثم تعين
عليه النقط التى ابعادها العرضية معلومة أى التى منها قيست الارتفاعات
المذكورة وتقيم من تلك النقط أعمدة على الخط الافقى المذكور وتقطعها

بواسطة المقياس الاختصاري بقدر الارتفاعات المقيسة ثم تجمع بين النقط المتحصلة بخط فالشكل المتكون من الخط الافقى والخط المختلط الحادث المبين للمحيط المبلول يكون هو الصورة التقريبية للقطع المذكور كما فى شكل (٨) ثم بعد ذلك تصرف النظر عن الاعمدة المرسومة (وهى المرسومة فى الشكل بالخطوط النقطية) وتقسم الخط الافقى ا ب الى أقسام زوجية متساوية على قدر مايرى من صورة الخط المختلط وتقيم من نقط التقاسيم المستجدة أعمدة على الخط الافقى (وهى المرسومة فى الشكل بالخطوط اللاّنة) الى أن تتقابل مع الخط المختلط ثم تقيس مقادير الاعمدة المذكورة بالمقياس الاختصارى وتردها الى مقاديرها الحقيقية

اذا تقرر ماذكر ورمزنا بالرمز ى للبعد الكائن بين أى رأسين متواليين وبالرموز ص و $\text{ص}_{١}$ و $\text{ص}_{٢}$ و $\text{ص}_{٣}$ و $\text{ص}_{٤}$ و $\text{ص}_{٥}$ و $\text{ص}_{٦}$ ...... $\text{ص}_{\text{ن}}$ الى مقادير الاعمدة التى يكون عددها بالضرورة فرديا ورمزنا بالرمز ں لمساحة القطع كما تقدم فمقدار مساحة القطع المذكور يكون معينا بهذا القانون

$$\text{ں} = \frac{\text{ى}}{٣} \left\{ \text{ص} + \text{ص}_{\text{ن}} + ٤ \left(\text{ص}_{١} + \text{ص}_{٣} + \text{ص}_{٥} + \text{الخ} \right) + ٢ \left(\text{ص}_{٢} + \text{ص}_{٤} + \text{ص}_{٦} + \text{الخ} \right) \right\} \cdots\cdots\cdots (٥٣)$$

ومنطوقه ان مساحة القطع المطلوب تساوى حاصل ضرب ثلث أحد الابعاد الكائنة بين عودين متواليين فى المجموع المتكون من مجموع العمودين المتطرفين ومن أربعة أمثال مجموع الاعمدة المزدوجة الرتبة ومن ضعف مجموع الاعمدة الفردية الرتبة المتوسطة

وفى مثل قطع الانهر العمودان المتطرفان يكونان معدومين وحينئذ يصير محوهما من القانون (٥٣) ومايبقى بالقانون يكون دالا على مقدار المساحة المطلوبة أعنى يكون

$$\text{ں} = \frac{\text{ى}}{٣} \left\{ ٤ \left(\text{ص}_{١} + \text{ص}_{٣} + \text{ص}_{٥} + \text{الخ} \right) + ٢ \left(\text{ص}_{٢} + \text{ص}_{٤} + \right. \right.$$

صحـ + الخ)) ۰۰۰۰۰۰۰(٥٤)

وحيث علم كل من السرعة المتوسطة والقطاع فالتصرف حينئذ يصير معلوما والله اعلم بالصواب واليه المرجع والمآب

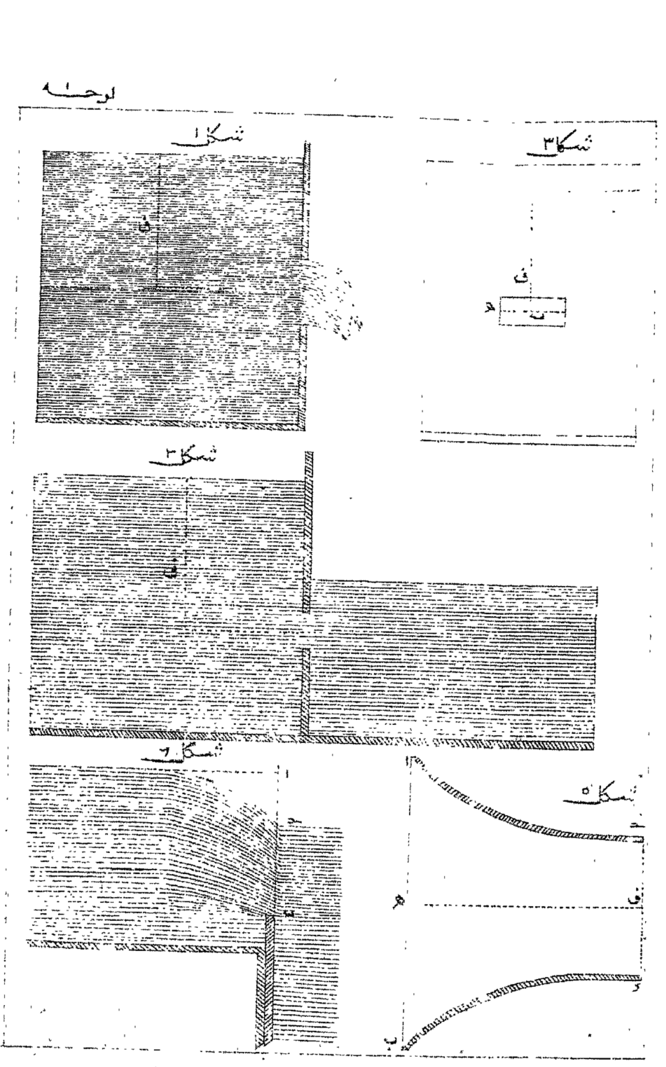
الحمد لله على آلائه والصلاة والسلام على خاتم أنبيائه وبعد فيقول المتوسل الى مولاه بالجاه الفاروقى ابراهيم عبد الغفار الدسوقى مصحح دار الطباعه أعانه الله على مشاق هذه الصناعه تم بعون المنعم بالدقائق والجلائل طبع كتاب أحسن الوسائل فى قوانين تحرك السوائل بالمطبعة العامرة الزاهية الزاهرة المستوفرة دواعى مجدها المشرقة كواكب سعدها فى ظل من تعطرت بثنائه الانديه واستبشرت بحسن طلعته الاوديه رب الطلعة البهية والعدالة الكسروية من ذال بهممه الصعاب وذلت بمننه الرقاب صاحب المناقب الشهيرة والمنن الغزيرة والعطاء الجزيل جناب عزيز مصر اسمعيل متع الله الوجود بدوام وجوده ولا زالت منهلة على رعاياه سحائب كرمه وجوده أقر الله عينه بأنجاله العظام وأشباله الفخام لاسيما الوزير الشهير ذو الشرف الجليل والمجد الاثيل من هو بأحاسن الثناء حقيق سعادة محمد باشا توفيق ثم وزير ناصر ذو الكمال مظهر الجلال والجمال أسد العرين أشم العرنين مشير المعالى ثانى الانجال من له فى ميدان الفضل أفسح مجال رب العدالة والآراء الحسان سعادة حسين باشا مدير الجهادية الآن لازالت الايام مضيئة بشمس علاه والليالى منيرة ببدر حلاه وكان طبعه الميمون وتمثيله المصون مشمولا بادارة من خاطبته المعالى بايالتاغى سعادة حسين بك حسنى ونظارة وكيله السالك جادة سبيله من عليه احاسن اخلاقه

تنى حضرة محمد افندى حسنى وملاحظة ذى الرأى المسدد حضرة
ابى العينين افندى احمد واما تمام طبعه فكان فى أواسط
المحرم من سنة الف ومائتين واحدى وتسعين
من هجرة خاتم النبيين صلى الله وسلم
عليه وآله وكل منتسب
اليه ماذر شارق
ولمع بارق
آمين

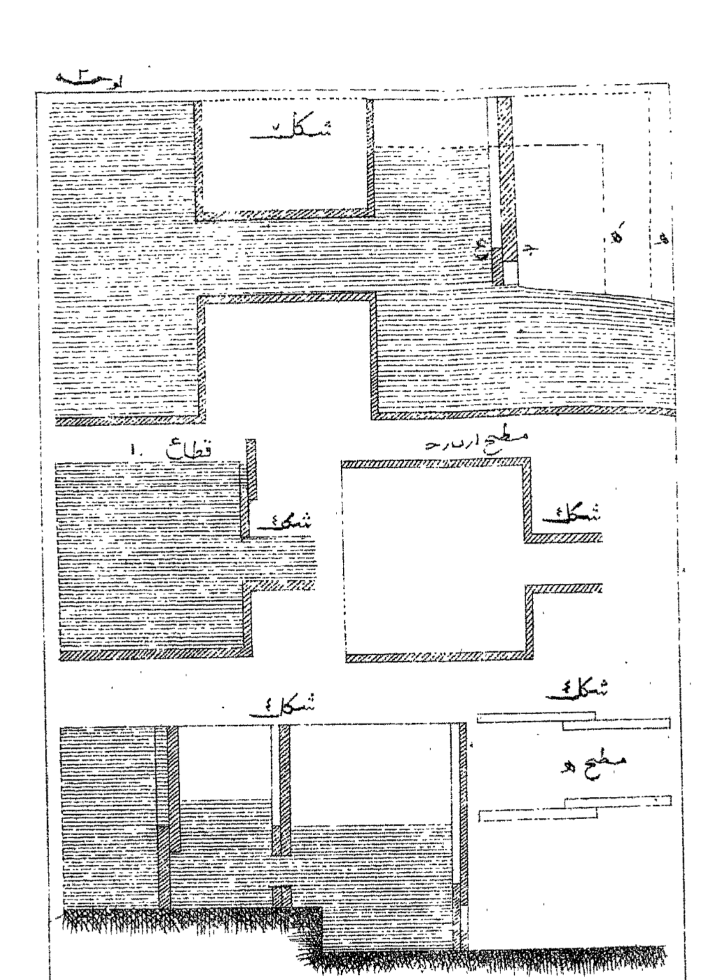
(فهرسة احسن الوسائل لتصريف السوائل)

صحيفة

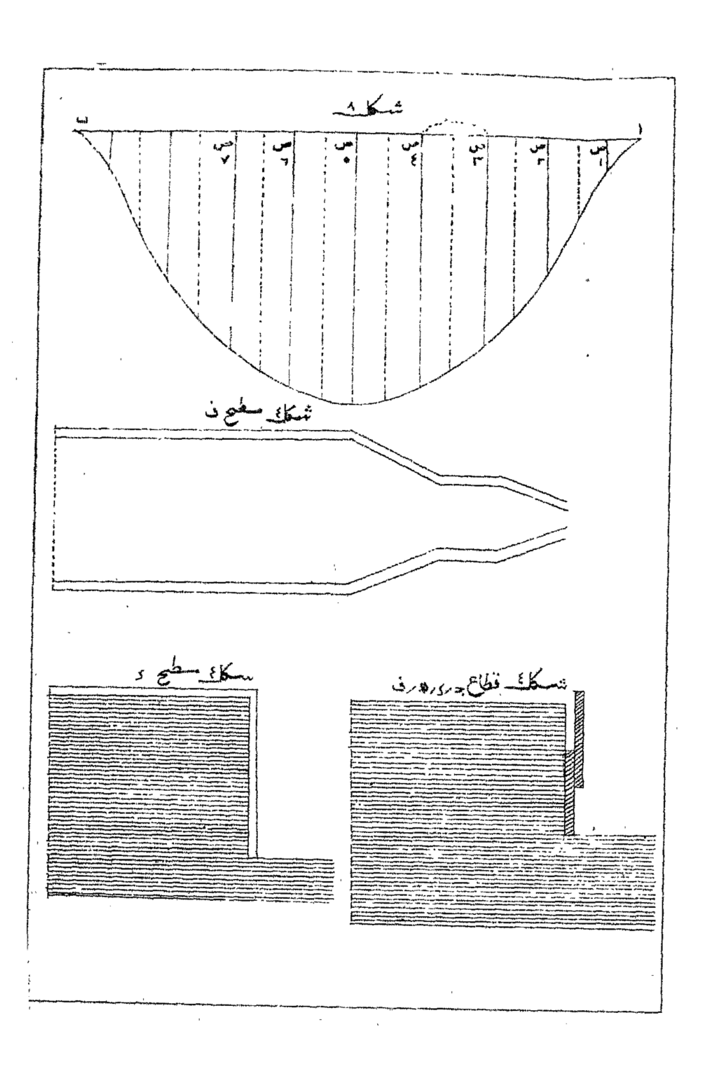
(تمت)



لوحه
شکل ۱
شکل ۳
شکل ۲
شکل ۴
شکل ۵



لوحہ ۳
شکل ۷
قطاع ۱
سطح ا ب ج
شکل ۴
شکل ۴
شکل ۴
سطح ھ
شکل ۴


شكل ٨
ا
ب
ص ١
ص ٢
ص ٤
ص ٥
ص ٦
ص ٧
شكل ٤ سطح ف
شكل ٤ سطح د
شكل ٤ قطاع

